

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-195178

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl. G11B 20/12  
G06F 3/06  
G11B 20/10  
G11B 20/18

(21)Application number : 11-221830

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 04.08.1999

(72)Inventor : SASAKI SHINJI  
ITOU MOTOYUKI  
UEDA HIROSHI  
FUKUSHIMA YOSHIHISA

(30)Priority

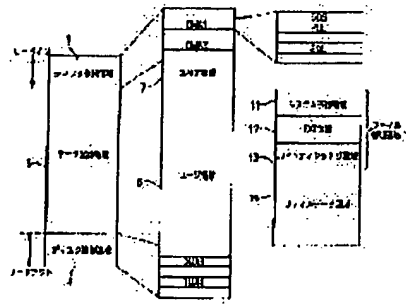
Priority number : 10300803 Priority date : 22.10.1998 Priority country : JP

## (54) INFORMATION RECORDING MEDIUM, AND METHOD AND DEVICE FOR MANAGING DEFECTS

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an information recording medium and a defect management method wherein a delay in accessing due to a defective sector is small.

**SOLUTION:** An information recording medium comprises a disk information region 4 and a data recording region 5. The data recording region 5 comprises a user region 6 and a spare region 7. The spare region 7 is arranged in the inner peripheral side of the user region 6 on the information recording medium 1. Of plural sectors contained in the user region 6 and the spare region 7, a physical sector number of the sector where the logical sector number '0' (LSN:0) is allocated is recorded in the disk information regions 4.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-195178

(P2000-195178A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 1 1 B 20/12		C 1 1 B 20/12	
G 0 6 F 3/06	3 0 6	C 0 6 F 3/06	3 0 6 B
G 1 1 B 20/10		C 1 1 B 20/10	C
20/18	5 5 2	20/18	5 5 2 A
	5 7 0		5 7 0 C
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 27 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願平11-221830	(71) 出願人	000003821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成11年8月4日 (1999.8.4)	(72) 発明者	佐々木 真司 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平10-300803	(72) 発明者	伊藤 基志 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(32) 優先日	平成10年10月22日 (1998.10.22)	(74) 代理人	100078282 弁理士 山本 秀策
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 情報記録媒体、欠陥管理方法および欠陥管理装置

(57) 【要約】

【課題】 欠陥セクタによるアクセスの遅延が小さい情報記録媒体および欠陥管理方法を提供する。

【解決手段】 情報記録媒体1は、ディスク情報領域4とデータ記録領域5とを含む。データ記録領域5は、ユーザ領域6とスペア領域7とを含む。スペア領域7は、ユーザ領域6より情報記録媒体1の内周側に配置されている。ユーザ領域6およびスペア領域7に含まれる複数のセクタのうち、論理セクタ番号"0" (LSN:0) が割り当てられたセクタの物理セクタ番号がディスク情報領域4に記録されている。

DDS

ヘッダ
パーティション情報
PDL 位置情報
SDL 位置情報
LSN:0 が割り当てられた セクタの物理セクタ番号
・ ・ ・ ・

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディスク情報領域と、複数のセクタを含むユーザ領域と、前記ユーザ領域に含まれる前記複数のセクタのうちの少なくとも1つが欠陥セクタである場合に前記少なくとも1つの欠陥セクタの代わりに使用され得る少なくとも1つのセクタを含むスベア領域とを備えた情報記録媒体であって、

前記スベア領域は、前記ユーザ領域より前記情報記録媒体の内周側に配置されており、

前記ユーザ領域および前記スベア領域に含まれる前記複数のセクタのうち、論理セクタ番号"0"が割り当てられたセクタの物理セクタ番号は、前記ディスク情報領域に記録されている、情報記録媒体。

【請求項2】 前記ユーザ領域に含まれる欠陥セクタ以外のセクタには、最終の論理セクタ番号が割り当てられたセクタから降順に論理セクタ番号が割り当てられている、請求項1に記載の情報記録媒体。

【請求項3】 前記欠陥セクタの物理セクタ番号が前記ディスク情報領域に記録されている、請求項1に記載の情報記録媒体。

【請求項4】 前記ユーザ領域および前記スベア領域は、複数のゾーンに分割されており、前記複数のゾーンのそれぞれの先頭セクタに割り当てられた論理セクタ番号が前記ディスク情報領域に記録されている、請求項1に記載の情報記録媒体。

【請求項5】 前記ユーザ領域および前記スベア領域は、複数のゾーンに分割されており、前記情報記録媒体に記録されるデータはECCブロック単位に管理されており、前記複数のゾーンのそれぞれの先頭セクタがECCブロックの先頭セクタに一致するように、前記ユーザ領域に含まれる欠陥セクタ以外のセクタに論理セクタ番号が割り当てられている、請求項1に記載の情報記録媒体。

【請求項6】 ディスク情報領域と、複数のセクタを含むユーザ領域と、前記ユーザ領域に含まれる前記複数のセクタのうちの少なくとも1つが欠陥セクタである場合に前記少なくとも1つの欠陥セクタの代わりに使用され得る少なくとも1つのセクタを含むスベア領域とを備え、前記スベア領域は、前記ユーザ領域より前記情報記録媒体の内周側に配置されている情報記録媒体の欠陥管理方法であって、

(a) 前記ユーザ領域に含まれる前記複数のセクタのうちの1つに最終の論理セクタ番号を割り当てるステップと、

(b) 前記最終の論理セクタ番号が割り当てられたセクタの位置を基準として、所定の容量を満たす位置を計算するステップと、

(c) 前記計算された位置に配置されているセクタに論理セクタ番号"0"を割り当てるステップと、

(d) 前記論理セクタ番号"0"が割り当てられた前記

セクタの物理セクタ番号を前記ディスク情報領域に記録するステップとを包含する、欠陥管理方法。

【請求項7】 前記ステップ(b)は、

(b-1) 前記ユーザ領域に含まれる欠陥セクタを検出するステップと、

(b-2) 前記検出された欠陥セクタの数に基づいて、前記所定の容量を満たす位置を計算するステップとを包含する、請求項6に記載の欠陥管理方法。

【請求項8】 前記欠陥管理方法は、

(e) 前記検出された欠陥セクタを前記情報記録媒体に記録するステップをさらに包含する、請求項7に記載の欠陥管理方法。

【請求項9】 前記ユーザ領域および前記スベア領域は、複数のゾーンに分割されており、前記欠陥管理方法は、

(f) 前記複数のゾーンのそれぞれの先頭セクタに割り当てられた論理セクタ番号を前記ディスク情報領域に記録するステップをさらに包含する、請求項6に記載の欠陥管理方法。

【請求項10】 前記ユーザ領域および前記スベア領域は、複数のゾーンに分割されており、前記情報記録媒体に記録されるデータはECCブロック単位に管理されており、

前記欠陥管理方法は、

(g) 前記複数のゾーンのそれぞれの先頭セクタがECCブロックの先頭セクタに一致するように、前記ユーザ領域に含まれる欠陥セクタ以外のセクタに論理セクタ番号を割り当てるステップをさらに包含する、請求項6に記載の欠陥管理方法。

【請求項11】 ディスク情報領域と、複数のセクタを含むユーザ領域と、前記ユーザ領域に含まれる前記複数のセクタのうちの少なくとも1つが欠陥セクタである場合に前記少なくとも1つの欠陥セクタの代わりに使用され得る少なくとも1つのセクタを含むスベア領域とを備え、前記スベア領域は、前記ユーザ領域より前記情報記録媒体の内周側に配置されている情報記録媒体の欠陥管理装置であって、

前記欠陥管理装置は、欠陥管理処理を実行し、

前記欠陥管理処理は、

(a) 前記ユーザ領域に含まれる前記複数のセクタのうちの1つに最終の論理セクタ番号を割り当てるステップと、

(b) 前記最終の論理セクタ番号が割り当てられたセクタの位置を基準として、所定の容量を満たす位置を計算するステップと、

(c) 前記計算された位置に配置されているセクタに論理セクタ番号"0"を割り当てるステップと、

(d) 前記論理セクタ番号"0"が割り当てられた前記セクタの物理セクタ番号を前記ディスク情報領域に記録するステップとを包含する、欠陥管理装置。

【請求項12】 前記ステップ(b)は、  
(b-1) 前記ユーザ領域に含まれる欠陥セクタを検出するステップと、  
(b-2) 前記検出された欠陥セクタの数に基づいて、前記所定の容量を満たす位置を計算するステップとを包含する、請求項11に記載の欠陥管理装置。

【請求項13】 前記欠陥管理処理は、  
(e) 前記検出された欠陥セクタを前記情報記録媒体に記録するステップをさらに包含する、請求項12に記載の欠陥管理装置。

【請求項14】 前記ユーザ領域および前記スベア領域は、複数のゾーンに分割されており、  
前記欠陥管理処理は、  
(f) 前記複数のゾーンのそれぞれの先頭セクタに割り当てられた論理セクタ番号を前記ディスク情報領域に記録するステップをさらに包含する、請求項11に記載の欠陥管理装置。

【請求項15】 前記ユーザ領域および前記スベア領域は、複数のゾーンに分割されており、前記情報記録媒体に記録されるデータはECCブロック単位に管理されており、  
前記欠陥管理処理は、

(g) 前記複数のゾーンのそれぞれの先頭セクタがECCブロックの先頭セクタに一致するように、前記ユーザ領域に含まれる欠陥セクタ以外のセクタに論理セクタ番号を割り当てるステップをさらに包含する、請求項11に記載の欠陥管理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、情報記録媒体、欠陥管理方法および欠陥管理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 セクタ構造を有する情報記録媒体の代表的なものは、光ディスクである。近年、光ディスクの高密度化、大容量化が進んでおり、光ディスクの信頼性を確保することが必要な課題となっている。

【0003】 図23は、従来の光ディスクの論理構造を示す。

【0004】 光ディスクの領域は、2つのディスク情報領域4とデータ記録領域5とを含む。データ記録領域5は、ユーザ領域6とスベア領域8とを含む。スベア領域8は、ユーザ領域6より光ディスクの外周側に配置されている。

【0005】 ユーザ領域6は、システム予約領域11と、FAT領域12と、ルートディレクトリ領域13と、ファイルデータ領域14とを含む。システム予約領域11、FAT領域12およびルートディレクトリ領域13は、ファイル管理領域10と呼ばれる。ファイル管理領域10の先頭セクタは、論理セクタ番号"0" (LSN: 0) が割り当てられたセクタとして配置される。

【0006】 光ディスク上の欠陥セクタを管理するための欠陥管理方法が、90mm光ディスクの国際標準化機構ISO/IEC10090 (以下、ISO規格と略記する) に記載されている。

【0007】 以下、ISO規格に記載されている2つの欠陥管理方法を説明する。1つ目の欠陥管理方法は、スリッピング・リプレースメント・アルゴリズムに基づく方法である。2つ目の欠陥管理方法は、リニア・リプレースメント・アルゴリズムに基づく方法である。これらのアルゴリズムは、ISO規格の19章に記載されている。

【0008】 図24は、従来のスリッピング・リプレースメント・アルゴリズムの概念図である。図24において、矩形はセクタを表す。矩形の中の記号は、そのセクタに割り当てられた論理セクタ番号 (Logical Sector Number; LSN) を示す。記号付きの矩形は正常セクタを示す。斜線付きの矩形は欠陥セクタを示す。

【0009】 参照番号2401は、ユーザ領域6に欠陥セクタが1つも存在しない場合のセクタ列を示し、参照番号2402は、ユーザ領域6に1つの欠陥セクタが存在する場合のセクタ列を示す。

【0010】 ユーザ領域6の先頭セクタが正常セクタである場合には、ユーザ領域6の先頭セクタに先頭LSN: 0が割り当てられる。先頭LSN: 0が割り当てられたセクタから、ユーザ領域6に含まれる複数のセクタのそれぞれに昇順にLSNが割り当てられる。

【0011】 ユーザ領域6に欠陥セクタが1つも存在しない場合には、ユーザ領域6の先頭セクタから最終セクタに、LSN: 0~LSN: mが順番に割り当てられる (セクタ列2401を参照)。

【0012】 セクタ列2401においてLSN: iが割り当てられているセクタが欠陥セクタである場合には、LSNの割り当てが変更される。すなわち、欠陥セクタにはLSN: iが割り当てられない。その代わりに、その直後のセクタにLSN: iが割り当てられる。これにより、LSNの割り当ては、ユーザ領域6からスベア領域8に向かう方向に1セクタ分だけスリップする。その結果、スベア領域8の先頭セクタに最終LSN: mが割り当てられる (セクタ列2402を参照)。

【0013】 図25は、図24を参照して説明したスリッピング・リプレースメント・アルゴリズムを実行した後の物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す。横軸が物理セクタ番号を示し、縦軸がLSNを示す。図25において、一点鎖線2501は、欠陥セクタがない場合における物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示し、実線2502は、4つの欠陥セクタI~IVがある場合における物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す。

【0014】 図25に示されるように、欠陥セクタにはLSNが割り当てられない。LSNの割り当ては、光デ

ィスクの内周側から外周側に向かう方向（すなわち、物理セクタ番号が大きくなる方向）にスリップする。その結果、ユーザ領域6の直後に配置されたスベア領域8の一部のセクタにLSNが割り当てられる。

【0015】スリッピング・リプレースメント・アルゴリズムの長所は、欠陥セクタによるアクセスの遅延が小さいことである。欠陥セクタ1つにつき、アクセスの遅延は1セクタ分の回転待ちだけで済む。スリッピング・リプレースメント・アルゴリズムの短所は、欠陥セクタ以降のすべてのセクタに対するLSNの割り当てがずれることである。ホストPCなどの上位装置は、LSNによってセクタを識別するため、セクタに対するLSNの割り当てがずれてしまうと、光ディスクに記録されているユーザデータを管理することができなくなる。従って、光ディスクにユーザデータが既に記録されている場合には、スリッピング・リプレースメント・アルゴリズムを使用することができない。

【0016】図26は、従来のリニア・リプレースメント・アルゴリズムの概念図である。図26において、矩形はセクタを表す。矩形の中の記号は、そのセクタに割り当てられたLSNを示す。記号付きの矩形は正常セクタを示す。斜線付きの矩形は欠陥セクタを示す。

【0017】参照番号2601は、ユーザ領域6に欠陥セクタが1つも存在しない場合のセクタ列を示し、参照番号2602は、ユーザ領域6に1つの欠陥セクタが存在する場合のセクタ列を示す。

【0018】セクタ列2601においてLSN:iが割り当てられているセクタが欠陥セクタである場合には、LSNの割り当てが変更される。すなわち、欠陥セクタにはLSN:iが割り当てられない。その代わりに、スベア領域8に含まれる複数のセクタのうち、未利用かつ物理セクタ番号が最小のセクタ（例えば、スベア領域8の先頭セクタ）にLSN:iが割り当てられる（セクタ列2602を参照）。このように、ユーザ領域6の欠陥セクタがスベア領域8のセクタに代替される。

【0019】図27は、図26を参照して説明したリニア・リプレースメント・アルゴリズムを実行した後の物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す。横軸が物理セクタ番号を示し、縦軸がLSNを示す。図27において、実線2701は、2つの欠陥セクタがある場合における物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す。ユーザ領域6における2つの欠陥セクタは、それぞれ、スベア領域8における代替セクタによって代替される。

【0020】リニア・リプレースメント・アルゴリズムの長所は、欠陥セクタと代替セクタとが一对一に対応するため、欠陥セクタの代替が他のセクタに影響を与えないことである。リニア・リプレースメント・アルゴリズムの短所は、欠陥セクタによるアクセスの遅延が大きいことである。欠陥セクタの代わりに代替セクタをアクセスすることは、かなりの距離のシーク動作を必要とする。

る。

【0021】このように、リニア・リプレースメント・アルゴリズムの長所、短所は、スリッピング・リプレースメント・アルゴリズムの長所、短所の逆になる。

【0022】図28は、各セクタに割り当てられたLSNの一例を示す。図28に示される例では、ユーザ領域6の大きさが100000、スベア領域8の大きさが10000、ユーザ領域6に4個の欠陥セクタI～IVが存在する場合を仮定している。

【0023】上述したスリッピング・リプレースメント・アルゴリズムに従って、LSNが各セクタに割り当てられる。

【0024】はじめに、先頭LSNであるLSN:0が物理セクタ番号:0のセクタに割り当てられる。次に、光ディスクの内周側から外周側に向かう方向（すなわち、ユーザ領域6からスベア領域8に向かう方向）に沿って、LSNが昇順に各セクタに割り当てられる。ただし、欠陥セクタにはLSNは割り当てられず、そのLSNは欠陥セクタの直後のセクタに割り当てられる。その結果、LSNの割り当ては、欠陥セクタの数だけ光ディスクの内周側から外周側に向かう方向にスリップする。

【0025】図28に示される例では、ユーザ領域6に4個の欠陥セクタI～IVが存在する。もし欠陥セクタがなかったならユーザ領域6の4個のセクタにそれぞれ割り当てられていたLSN:99996～LSN:99999が、スベア領域8の物理セクタ番号:100000～100003の4個のセクタにそれぞれ割り当てられる。LSNの割り当てが、欠陥セクタの数（4個）分だけスリップするからである。

【0026】図28では、スベア領域8の物理セクタ番号:100004～109999の領域を「LRスベア領域」と表記している。LRスベア領域は、スベア領域8のうちLSNが割り当てられなかった領域として定義される。LRスベア領域は、リニア・リプレースメント・アルゴリズムのための代替セクタ領域として使用される。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】従来のリニア・リプレースメント・アルゴリズムによれば、物理セクタ番号が小さいセクタが欠陥セクタとして検出された場合には、欠陥セクタと代替セクタとの距離が大きいため、欠陥セクタによるアクセスの遅延が大きいという問題点があった（図27参照）。特に、LSN:0の近傍に配置されるファイル管理領域10はファイルを記録する度に必ずアクセスされるため、ファイル管理領域10の欠陥セクタが光ディスクに対するアクセス速度の低下に直結するおそれがある。ファイル管理領域10は頻繁にアクセスされるため、ファイル管理領域10において欠陥セクタが発生する頻度も高いと予想される。

【0028】また、リニア・リプレースメント・アルゴ

リズムにおいて使用される代替領域（LRスベア領域）の先頭アドレスを求めるには、スリッピング・リプレースメント・アルゴリズムによるセクタのスリップを計算する必要がある。この計算量は、ディスク容量が大きくなるほど増大する。

【0029】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、LSN：0の近傍に配置されるファイル管理領域において欠陥セクタが検出された場合でも、その欠陥セクタによるアクセスの遅延が小さい情報記録媒体、欠陥管理方法および欠陥管理装置を提供することを目的とする。

【0030】本発明は、また、LRスベア領域の位置をほとんど計算することなく求めることができる情報記録媒体、欠陥管理方法および欠陥管理装置を提供することを他の目的とする。

【0031】

【課題を解決するための手段】本発明の情報記録媒体は、ディスク情報領域と、複数のセクタを含むユーザ領域と、前記ユーザ領域に含まれる前記複数のセクタのうちの少なくとも1つが欠陥セクタである場合に前記少なくとも1つの欠陥セクタの代わりに使用され得る少なくとも1つのセクタを含むスベア領域とを備えた情報記録媒体であって、前記スベア領域は、前記ユーザ領域より前記情報記録媒体の内周側に配置されており、前記ユーザ領域および前記スベア領域に含まれる前記複数のセクタのうち、論理セクタ番号“0”が割り当てられたセクタの物理セクタ番号は、前記ディスク情報領域に記録されている。これにより、上記目的が達成される。

【0032】前記ユーザ領域に含まれる欠陥セクタ以外のセクタには、前記最終の論理セクタ番号が割り当てられたセクタから降順に論理セクタ番号が割り当てられていてもよい。

【0033】前記欠陥セクタの物理セクタ番号が前記ディスク情報領域に記録されていてもよい。

【0034】前記ユーザ領域および前記スベア領域は、複数のゾーンに分割されており、前記複数のゾーンのそれぞれの先頭セクタに割り当てられた論理セクタ番号が前記ディスク情報領域に記録されていてもよい。

【0035】前記ユーザ領域および前記スベア領域は、複数のゾーンに分割されており、前記情報記録媒体に記録されるデータはECCブロック単位に管理されており、前記複数のゾーンのそれぞれの先頭セクタがECCブロックの先頭セクタに一致するように、前記ユーザ領域に含まれる欠陥セクタ以外のセクタに論理セクタ番号が割り当てられていてもよい。

【0036】本発明の欠陥管理方法は、ディスク情報領域と、複数のセクタを含むユーザ領域と、前記ユーザ領域に含まれる前記複数のセクタのうちの少なくとも1つが欠陥セクタである場合に前記少なくとも1つの欠陥セクタの代わりに使用され得る少なくとも1つのセクタを

含むスベア領域とを備え、前記スベア領域は、前記ユーザ領域より前記情報記録媒体の内周側に配置されている情報記録媒体の欠陥管理方法であって、（a）前記ユーザ領域に含まれる前記複数のセクタのうちの1つに最終の論理セクタ番号を割り当てるステップと、（b）前記最終の論理セクタ番号が割り当てられたセクタの位置を基準として、所定の容量を満たす位置を計算するステップと、（c）前記計算された位置に配置されているセクタに論理セクタ番号“0”を割り当てるステップと、（d）前記論理セクタ番号“0”が割り当てられた前記セクタの物理セクタ番号を前記ディスク情報領域に記録するステップとを包含しており、これにより、上記目的が達成される。

【0037】前記ステップ（b）は、（b-1）前記ユーザ領域に含まれる欠陥セクタを検出するステップと、（b-2）前記検出された欠陥セクタの数に基づいて、前記所定の容量を満たす位置を計算するステップとを包含していてもよい。

【0038】前記欠陥管理方法は、（e）前記検出された欠陥セクタを前記情報記録媒体に記録するステップをさらに包含していてもよい。

【0039】前記ユーザ領域および前記スベア領域は、複数のゾーンに分割されており、前記欠陥管理方法は、（f）前記複数のゾーンのそれぞれの先頭セクタに割り当てられた論理セクタ番号を前記ディスク情報領域に記録するステップをさらに包含していてもよい。

【0040】前記ユーザ領域および前記スベア領域は、複数のゾーンに分割されており、前記情報記録媒体に記録されるデータはECCブロック単位に管理されており、前記欠陥管理方法は、（g）前記複数のゾーンのそれぞれの先頭セクタがECCブロックの先頭セクタに一致するように、前記ユーザ領域に含まれる欠陥セクタ以外のセクタに論理セクタ番号を割り当てるステップをさらに包含していてもよい。

【0041】本発明の欠陥管理装置は、ディスク情報領域と、複数のセクタを含むユーザ領域と、前記ユーザ領域に含まれる前記複数のセクタのうちの少なくとも1つが欠陥セクタである場合に前記少なくとも1つの欠陥セクタの代わりに使用され得る少なくとも1つのセクタを含むスベア領域とを備え、前記スベア領域は、前記ユーザ領域より前記情報記録媒体の内周側に配置されている情報記録媒体の欠陥管理装置であって、前記欠陥管理装置は、欠陥管理処理を実行し、前記欠陥管理処理は、

（a）前記ユーザ領域に含まれる前記複数のセクタのうちの1つに最終の論理セクタ番号を割り当てるステップと、（b）前記最終の論理セクタ番号が割り当てられたセクタの位置を基準として、所定の容量を満たす位置を計算するステップと、（c）前記計算された位置に配置されているセクタに論理セクタ番号“0”を割り当てるステップと、（d）前記論理セクタ番号“0”が割り当

てられた前記セクタの物理セクタ番号を前記ディスク情報領域に記録するステップとを包含しており、これにより、上記目的が達成される。

【0042】前記ステップ(b)は、(b-1)前記ユーザ領域に含まれる欠陥セクタを検出するステップと、(b-2)前記検出された欠陥セクタの数に基づいて、前記所定の容量を満たす位置を計算するステップとを包含していてもよい。

【0043】前記欠陥管理処理は、(e)前記検出された欠陥セクタを前記情報記録媒体に記録するステップをさらに包含していてもよい。

【0044】前記ユーザ領域および前記スベア領域は、複数のゾーンに分割されており、前記欠陥管理処理は、(f)前記複数のゾーンのそれぞれの先頭セクタに割り当てられた論理セクタ番号を前記ディスク情報領域に記録するステップをさらに包含していてもよい。

【0045】前記ユーザ領域および前記スベア領域は、複数のゾーンに分割されており、前記情報記録媒体に記録されるデータはECCブロック単位に管理されており、前記欠陥管理処理は、(g)前記複数のゾーンのそれぞれの先頭セクタがECCブロックの先頭セクタに一致するように、前記ユーザ領域に含まれる欠陥セクタ以外のセクタに論理セクタ番号を割り当てるステップをさらに包含していてもよい。

【0046】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。

【0047】(実施の形態1)

#### 1. 情報処理システムの構成

図1は、本発明の実施の形態の情報処理システムの構成を示す。情報処理システムは、上位装置200と、ディスク記録再生装置100とを含む。ディスク記録再生装置100は、上位装置200からのコマンドに従って、書き換え可能な光ディスク1に情報を記録し、または、光ディスク1に記録された情報を再生する。上位装置200は、例えば、パーソナルコンピュータである。

【0048】上位装置200は、CPU201と、主記憶204と、バスインタフェース(バスI/F)203と、プロセッサバス202と、I/Oバス205と、ハードディスク装置(HDD)206と、表示処理部207と、入力部208とを含む。上位装置200は、I/Oバス205を介してディスク記録再生装置100に接続されている。

【0049】プロセッサバス202は、CPU201が主記憶204をアクセスするための高速バスである。プロセッサバス202は、バスI/F203を介してI/Oバス205に接続されている。

【0050】I/Oバス205は、図1に示される例では、PCIバスやISAバスといったパソコン拡張バスである。I/Oバス205は、SCSI(Small

Computer System Interface)、ATA(AT Attachment)、USB(Universal Serial Bus)、IEEE1394などの任意の汎用バスであり得る。

【0051】表示処理部207は、I/Oバス205から送られた表示情報をRGBなどの信号に変換し、その信号をディスプレイに出力する。

【0052】入力部208は、キーボードやマウスなどの入力デバイスからの入力をI/Oバス205を介してCPU201に知らせる。

【0053】HDD206は、I/Oバス205を介して主記憶204とのデータの入出力を行う補助記憶装置である。HDD206には、MS-DOSやWindowsといったオペレーティングシステムや、プログラムファイルが格納されている。それらは主記憶204にロードされ、ユーザからの指示に従ってCPU201によって演算処理される。演算処理結果は、表示処理部207によってディスプレイに表示される。

【0054】ディスク記録再生装置100は、マイクロプロセッサ101と、データ記録再生制御部102と、バス制御回路103と、メモリ104とを含む。

【0055】マイクロプロセッサ101は、マイクロプロセッサ101に内蔵された制御プログラムに従って、ディスク記録再生装置100の各部を制御することにより、様々な処理を実行する。以下に説明する欠陥管理処理および代替処理もマイクロプロセッサ101によって実行される。

【0056】データ記録再生制御部102は、マイクロプロセッサ101からの指示に従って、光ディスク1に対するデータの記録再生を制御する。データ記録再生制御部102は、記録時にはデータに誤り訂正符号を追加し、再生時には誤り検出処理と誤り訂正処理とを実行する。一般的には、CRCやECCといった符号化処理によって符号化されたデータが光ディスク1に記録されている。

【0057】バス制御回路103は、I/Oバス205を介して上位装置200からコマンドを受け取り、I/Oバス205を介して上位装置200とデータを送受信する。

【0058】メモリ104は、ディスク記録再生装置100において実行される様々な処理においてデータを記憶しておくために使用される。例えば、メモリ104は、データ記録再生時に中間バッファとして使用される領域や、データ記録再生制御部102が誤り訂正処理を行う際に使用する領域を有している。

【0059】光ディスク1は、データの記録再生が可能な円盤状の情報記録媒体である。光ディスク1としては、DVD-RAMを含む任意の情報記録媒体が使用され得る。データの記録再生は、セクタ単位またはブロック単位に行われる。

## 2. 光ディスク1の物理構造

図2は、光ディスク1の物理構造を示す。円盤状の光ディスク1には、同心円状またはスパイラル状に複数のトラック2が形成されている。複数のトラック2のそれぞれは、複数のセクタ3に分割されている。光ディスク1の領域は、1以上のディスク情報領域4と、データ記録領域5とを含む。

【0060】ディスク情報領域4には、光ディスク1をアクセスするために必要なパラメータなどが格納されている。図2に示される例では、ディスク情報領域4は、光ディスク1の最内周側と最外周側とにそれぞれ設けられている。最内周側のディスク情報領域4は、リードイン(lead-in)領域とも呼ばれる。最外周側のディスク情報領域4は、リードアウト(lead-out)領域とも呼ばれる。

【0061】データ記録領域5には、データが記録されている。データの記録再生は、データ記録領域5に対して行われる。データ記録領域5の全セクタには物理セクタ番号という絶対番地が予め割り当てられている。

## 3. 光ディスク1の論理構造

図3は、光ディスク1の論理構造を示す。データ記録領域5は、ユーザ領域6と、スベア領域7を含む。

【0062】ユーザ領域6は、ユーザデータを格納するために用意された領域である。通常は、ユーザ領域6にユーザデータが格納される。ユーザ領域6をアクセスするために、ユーザ領域6に含まれる各セクタに論理セクタ番号(Logical Sector Number; LSN)が割り当てられている。図1に示される上位装置200は、LSNを用いて光ディスク1のセクタにアクセスすることにより、データの記録再生を行う。

【0063】スベア領域7は、ユーザ領域6に欠陥セクタが生じた場合にその欠陥セクタの代わりに使用され得る少なくとも1つのセクタを含む。ユーザ領域6の欠陥セクタは、例えば、ユーザ領域6の傷や汚れ、材質劣化などの原因によって発生する。スベア領域7は、ユーザ領域6より光ディスク1の内周側に配置されている。好ましくは、スベア領域7は、ユーザ領域6の直前に配置されている。

【0064】ユーザ領域6は、システム予約領域11と、FAT領域12と、ルートディレクトリ領域13と、ファイルデータ領域14とを含む。このような領域構成は、MS-DOS形式のファイルシステムに沿ったものである。ただし、図3に示される領域構成は一例にすぎない。

【0065】システム予約領域11には、ブートセクタとして、光ディスク1のパラメータ情報やボリューム情報などが格納されている。これらの情報は、上位装置200によって参照され得る。

【0066】上位装置200が光ディスク1にアクセスする場合には、上位装置200は必ずシステム予約領域

11にアクセスしなければならない。システム予約領域11の先頭セクタには論理セクタ番号"0"(LSN:0)が割り当てられている。また、システム予約領域11の各項目の大きさや配置も予め決められている。

【0067】FAT領域12には、ファイルやディレクトリがファイルデータ領域14のどこに配置されているかを示す配置情報や、空き領域の位置を示す情報などを記録するファイルアロケーションテーブル(File Allocation Table; FAT)が格納されている。

【0068】ルートディレクトリ領域13には、ファイルとサブディレクトリに関するエントリ情報が格納されている。エントリ情報は、ファイル名・ディレクトリ名やファイル属性、更新日時情報などを含む。

【0069】上述したシステム予約領域11、FAT領域12およびルートディレクトリ領域13は、ファイル管理領域10と呼ばれる。ファイル管理領域10は、光ディスク1上の固定されたLSNに対応する位置に配置される。

【0070】ファイルデータ領域14には、ルートディレクトリから関連付けられたディレクトリを表すデータとファイルを表すデータとが格納されている。上述したように、上位装置200がファイルデータ領域14に格納されているデータにアクセスする場合には、ファイルデータ領域14へのアクセスの前に、ファイル管理領域10にアクセスすることが必要になる。

## 4. 光ディスク1の欠陥管理方法

このような光ディスク1の欠陥セクタを管理するために、1次欠陥リスト(Primary Defect List; PDL)と2次欠陥リスト(Secondary Defect List; SDL)とが使用される。

【0071】光ディスク1を初期化する場合には、スリッピング・リプレースメント・アルゴリズムに従って欠陥セクタが検出される。この場合、検出された欠陥セクタは、PDLに登録される。光ディスク1にデータを記録する場合には、リニア・リプレースメント・アルゴリズムに従って欠陥セクタが検出される。この場合、検出された欠陥セクタは、SDLに登録される。このように、欠陥セクタをPDLまたはSDLに登録することにより、光ディスク1の信頼性を確保している。

【0072】PDLおよびSDLは、欠陥管理領域(Defect Management Area; DMA)に格納されている。また、ディスク構造定義情報(Disk Definition Structure; DDS)もDMAに格納されている。

### 4.1 DMAの構造

図4は、DMAの構造を示す。DMAは、ディスク情報領域4(図2、図3)の一部である。

【0073】DMAは、ISO規格18章のディスクの



レイアウトに関する記述では、DMA1～DMA4と記述されている領域である。4個のDMAのうち、2個のDMA（例えば、DMA1、DMA2）が内周側のディスク情報領域4に配置され、2個のDMA（例えば、DMA3、DMA4）が外周側のディスク情報領域4に配置される（図3参照）。これらの4個のDMAには、同一の情報が多重記録される。これは、リプレースメント処理の対象とならないDMAにおいて欠陥セクタが発生した場合に備えるためである。

【0074】図4は、4個のDMAのうち2個のDMA1、DMA2が内周側のディスク情報領域4に配置されている例を示している。

【0075】DMA1には、DDSとPDLとSDLとが格納されている。DMA2～DMA4の構造もDMA1と同一の構造を有している。

#### 4.1.1 DDSの構造

図5は、DDSの構造を示す。

【0076】DDSは、ヘッダを含む。ヘッダには、DDSであることを示す識別子などが格納されている。DDSは、パーティション情報を格納するためのエントリと、PDL位置情報を格納するためのエントリと、SDL位置情報を格納するためのエントリと、論理セクタ番号“0”（すなわち、LSN：0）が割り当てられたセクタの物理セクタ番号を格納するためのエントリとをさらに含む。

#### 4.1.2 PDLの構造

図6Aは、PDLの構造を示す。

【0077】PDLは、ヘッダと複数のエントリ（図6Aに示される例では、第1エントリ～第mエントリ）とを含む。ヘッダには、PDLであることを示す識別子と、PDLに登録されている欠陥セクタのエントリ数などが格納されている。各エントリには、欠陥セクタの物理セクタ番号が格納されている。

#### 4.1.3 SDLの構造

図6Bは、SDLの構造を示す。

【0078】SDLは、ヘッダと複数のエントリ（図6Bに示される例では、第1エントリ～第nエントリ）とを含む。ヘッダには、SDLであることを示す識別子と、SDLに登録されている欠陥セクタのエントリ数などが格納されている。各エントリには、欠陥セクタの物理セクタ番号と、欠陥セクタの代わりにデータが記録される代替セクタの物理セクタ番号とが格納されている。SDLは、代替セクタの物理セクタ番号を有している点で、PDLと異なっている。

### 4.2 スリッピング・リプレースメント・アルゴリズム

図7は、本発明の実施の形態1のディスク記録再生装置100（図1）において実行されるスリッピング・リプレースメント・アルゴリズムの概念図である。図7において、矩形はセクタを表す。矩形の中の記号は、そのセ

クタに割り当てられたLSNを示す。記号付きの矩形は正常セクタを示す。斜線付きの矩形は欠陥セクタを示す。

【0079】参照番号71は、PDLに欠陥セクタが1つも登録されていない場合のセクタ列を示し、参照番号72は、PDLに1つの欠陥セクタが登録されている場合のセクタ列を示す。

【0080】ユーザ領域6の最終セクタが正常セクタである場合には、ユーザ領域6の最終セクタに最終LSN：mが割り当てられる。最終LSN：mが割り当てられたセクタから、ユーザ領域6に含まれる複数のセクタのそれぞれに降順にLSNが割り当てられる。

【0081】PDLに欠陥セクタが1つも登録されていない場合には、ユーザ領域6の最終セクタから先頭セクタに、LSN：m～LSN：0が順番に割り当てられる（セクタ列71を参照）。

【0082】セクタ列71においてLSN：iが割り当てられているセクタが欠陥セクタである場合には、LSNの割り当てが変更される。すなわち、欠陥セクタにはLSN：iが割り当てられない。その代わりに、その直前のセクタにLSN：iが割り当てられる。これにより、LSNの割り当ては、ユーザ領域6からスベア領域7に向かう方向に1セクタ分だけスリップする。その結果、スベア領域7の最終セクタにLSN：0が割り当てられる（セクタ列72を参照）。

【0083】図8は、図7を参照して説明したスリッピング・リプレースメント・アルゴリズムを実行した後の物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す。横軸が物理セクタ番号を示し、縦軸がLSNを示す。図8において、一点鎖線81は、欠陥セクタがない場合における物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示し、実線82は、4つの欠陥セクタI～IVがある場合における物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す。

【0084】図8に示されるように、欠陥セクタにはLSNが割り当てられない。LSNの割り当ては、光ディスク1の外周側から内周側に向かう方向（すなわち、物理セクタ番号が小さくなる方向）にスリップする。その結果、ユーザ領域6の直前に配置されたスベア領域7の一部のセクタにLSNが割り当てられる。

【0085】このように、PDLに欠陥セクタが登録されている場合には、LSNの割り当ては、最終LSNが割り当てられるセクタの位置（固定位置）を基準として、光ディスク1の外周側から内周側に向かう方向にスリップする。その結果、ユーザ領域6より光ディスク1の内周側に設けられているスベア領域7の一部のセクタにLSNが割り当てられる。スベア領域7においてLSNが割り当てられるセクタの数は、ユーザ領域6における欠陥セクタの数に等しい。

【0086】LSN：0が割り当てられるべきセクタの位置は、最終LSNが割り当てられたセクタの位置（固

定位置)を基準として、所定の容量(例えば、4.7GB)を満たす位置として計算される。その位置は、ユーザ領域6において検出された欠陥セクタの数に基づいて計算される。その計算された位置に配置されているセクタにLSN:0が割り当てられる。その所定の容量は、欠陥セクタの有無によらず、ユーザデータを記録可能な領域として確保することが要求される容量を示す。このように、ユーザ領域6に欠陥セクタが存在する場合には、スベア領域7の一部をユーザ領域6として使用することにより、常に、所定の容量(例えば、4.7GB)を確保することが可能になる。

【0087】ユーザ領域6の最終セクタが正常セクタである場合には、ユーザ領域6の最終セクタに最終LSNが割り当てられる。ユーザ領域6の最終セクタが欠陥セクタである場合には、最終セクタに最も近い正常セクタに最終LSNが割り当てられる。

【0088】LSN:0が割り当てられたセクタの物理セクタ番号が、DDS(図5)内のエントリに格納される。このエントリは、上位装置200が光ディスク1にデータを記録する際に参照される。このエントリを参照することにより、計算を行うことなくLSN:0に対応する物理セクタ番号を取得することができる。その結果、LSN:0が割り当てられたセクタに高速にアクセスすることが可能になる。

【0089】データを光ディスク1に記録する際には、上位装置200は、必ず、LSN:0が割り当てられたセクタにアクセスする必要がある。従って、LSN:0が割り当てられたセクタに高速にアクセス可能であることは、光ディスク1に対する高速アクセスを実現する上で非常に効果的である。

#### 4.3 リニア・リプレースメント・アルゴリズム

図9は、本発明の実施の形態1のディスク記録再生装置100(図1)において実行されるリニア・リプレースメント・アルゴリズムの概念図である。図9において、矩形はセクタを表す。矩形の中の記号は、そのセクタに割り当てられたLSNを示す。記号付きの矩形は正常セクタを示す。斜線付きの矩形は欠陥セクタを示す。

【0090】参照番号91は、SDLに欠陥セクタが1つも登録されていない場合のセクタ列を示し、参照番号92は、SDLに1つの欠陥セクタが登録されている場合のセクタ列を示す。

【0091】セクタ列91においてLSN:iが割り当てられているセクタが欠陥セクタである場合には、LSNの割り当てが変更される。すなわち、欠陥セクタにはLSN:iが割り当てられない。その代わりに、LRスベア領域に含まれる複数のセクタのうち、未利用かつ物理セクタ番号が最小のセクタ(例えば、LRスベア領域の先頭セクタ)にLSN:iが割り当てられる(セクタ列92を参照)。このように、ユーザ領域6の欠陥セクタがLRスベア領域のセクタに代替される。

【0092】なお、LSN:iは、LRスベア領域に含まれる複数のセクタのうち、未利用かつ物理セクタ番号が最大のセクタ(例えば、LSN:0が割り当てられたセクタより1だけ小さい物理セクタ番号のセクタ)に割り当てられてもよい。LRスベア領域に含まれるセクタがどのような順番で利用されるかは重要でない。

【0093】図10は、図9を参照して説明したリニア・リプレースメント・アルゴリズムを実行した後の物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す。横軸が物理セクタ番号を示し、縦軸がLSNを示す。図10において、実線1001は、2つの欠陥セクタがある場合における物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す。

【0094】図10から、欠陥セクタと代替セクタとの距離(物理セクタの数)が、従来技術(図27)に比べて大幅に短縮されていることが理解される。

#### 5. ディスク記録再生装置100の動作

ディスク記録再生装置100は、光ディスク1の初期化として、以下の5.1~5.3に示す動作を行う。5.1のディスクの検査は、物理フォーマット処理とも呼ばれ、通常は、1枚の光ディスク1に対して1度だけ行われる処理である。

##### 5.1 ディスクの検査

##### 5.2 LSNの割り当て

##### 5.3 ファイルシステムの初期データの記録

その後、ディスク記録再生装置100は、ファイルの書き込みや読み出しの度に以下の5.4~5.5に示す動作を行う。

##### 5.4 データの記録(ファイルシステムとファイルデータの記録)

##### 5.5 データの再生

以下、これらの動作について詳細に説明する。

##### 5.1 ディスクの検査

ディスクの検査は、光ディスク1にデータを記録する前に、少なくとも1回は実行される。これは、光ディスク1の品質を保証するためである。ただし、光ディスク1の製造技術が向上し、光ディスク1あたりの欠陥セクタの数が数個レベルまで低減された場合には、出荷されるすべての光ディスク1に対してディスクの検査を行うことは省略され得る。サンプル抽出した光ディスク1に対してのみディスクの検査を行えば十分であるからである。

【0095】ディスクの検査は、すべてのセクタに対して特定のテストパターンのデータを書き込み、その後、すべてのセクタからデータを読み出すことによって行われる。このようなディスクの検査処理は、サーティファイ処理とも呼ばれる。

【0096】ディスクの検査において、スリッピング・リプレースメント・アルゴリズムが実行される。その結果、欠陥セクタがPDLに登録される。

【0097】図11は、ディスクの検査の手順を示すフ

ローチャートである。

【0098】まず、ステップ1101では、ユーザ領域6の先頭セクタのアドレスが書き込みアドレスとしてセットされる。ステップ1102では、セクタアドレスが正常に読み出されたか否かが判定される。これは、データをセクタに書き込むためには、セクタアドレスを読み出すことが必須であることから、セクタアドレスの読み出しにおいてエラーが発生した場合には、データをセクタに書き込むことはできないからである。

【0099】ステップ1102においてセクタアドレスの読み出しエラー有りとは判定された場合には、欠陥セクタの物理セクタ番号が第1欠陥リストに格納される（ステップ1111）。

【0100】ステップ1102においてセクタアドレスの読み出しエラー無しと判定された場合には、所定のテストデータが書き込みアドレスのセクタに書き込まれる（ステップ1103）。

【0101】ステップ1104において、書き込みアドレスが最終アドレスでないと判定された場合には、書き込みアドレスに1が加算される（ステップ1105）。その後、処理はステップ1102に戻る。このような処理を繰り返すことにより、書き込みアドレスが最終アドレスに到達すると、処理は、ステップ1106に進む。

【0102】ステップ1106では、ユーザ領域6の先頭セクタのアドレスが読み出しアドレスとしてセットされる。ステップ1107では、読み出しアドレスのデータが読み出される。ステップ1108では、読み出されたデータが書き込んだデータと同一であるか否か（すなわち、データの書き込みが成功していたか否か）が判定される。

【0103】ステップ1108においてデータ読み出しエラー有りとは判定された場合には、欠陥セクタの物理セクタ番号が第2欠陥リストに格納される（ステップ1112）。

【0104】ステップ1109において、読み出しアドレスが最終アドレスでないと判定された場合には、読み出しアドレスに1が加算される（ステップ1110）。その後、処理はステップ1107に戻り、ステップ1108においてエラー判定が行われる。このような処理を繰り返すことにより、読み出しアドレスが最終アドレスに到達すると、第1欠陥リストと第2欠陥リストとを1つのリストにまとめる処理が実行され（ステップ1113）、このリストを物理セクタ番号の順にソートすることによってPDLが作成される（ステップ1114）。PDLは、DDSとともに、ディスク情報領域4に記録される（ステップ1115）。

## 5. 2 LSNの割り当て

LSNの割り当ては、図7および図8を参照して既に説明したとおりである。すなわち、PDLに欠陥セクタが登録されている場合には、LSNの割り当ては、最終LSNが割り当てられるセクタの位置（固定位置）を基準として、光ディスク1の外周側から内周側に向かう方向にスリップする。LSN: 0が割り当てられるセクタが決定され、LSN: 0が割り当てられたセクタの物理セクタ番号がDDSに格納される。

【0105】図12は、LSN: 0が割り当てられるセクタの物理セクタ番号を求める処理の手順を示すフローチャートである。

【0106】初期設定として、ユーザ領域6の先頭セクタの物理セクタ番号が変数UTSNに代入される（ステップ1201）。この変数UTSNの値が、最終的にDDSに書き込まれることになる。

【0107】次に、変数UTSNの値が変数TOPに代入され（ステップ1202）、検索領域の最終セクタの物理セクタ番号が変数ENDに代入される（ステップ1203）。ここで、検索領域とは、欠陥セクタ数を求める必要がある領域である。1回目のループでは、ユーザ領域6の先頭セクタの物理セクタ番号が変数TOPに代入され、ユーザ領域6の最終セクタの物理セクタ番号が変数ENDに代入される。

【0108】変数TOPと変数ENDとに基づいて、検索領域に含まれる欠陥セクタの数が計算される（ステップ1204）。例えば、検索領域に含まれる欠陥セクタの数は、関数FUNC(TOP, END)の戻り値SKIPとして与えられる。

【0109】変数UTSNの値は、戻り値SKIPだけ減算される。すなわち、 $UTSN = UTSN - SKIP$ が実行される（ステップ1205）。これにより、ユーザ領域6の先頭セクタからユーザ領域6に含まれる欠陥セクタの数だけスキップした位置に配置されているセクタの物理セクタ番号を求めることができる。

【0110】ステップ1202からステップ1205は、戻り値SKIPの値が0に一致するまで繰り返される（ステップ1206）。これは、スベア領域7のセクタが欠陥セクタとしてPDLに登録されている場合に対処するためである。

【0111】このようにして求めた変数UTSNの値は、LSN: 0が割り当てられるべきセクタの物理セクタ番号を示す。従って、変数UTSNの値が、ユーザ領域の先頭セクタの物理セクタ番号としてDDSに格納される（ステップ1207）。

【0112】図13は、図12に示されるステップ1204の関数FUNC(TOP, END)を実現する手順を示すフローチャートである。関数FUNC(TOP, END)は、検索領域内のPDLエントリ数を求めることによって実現される。

【0113】初期設定として、エントリ数を示す変数SKIPに0が代入され（ステップ1301）、PDLから読み出された総エントリ数が変数nに代入される（ステップ1302）。

【0114】ステップ1303では、変数 $n$ の値が0に等しいか否かが判定される。「はい」であれば、変数SKIPの値が関数FUNC(TOP, END)の戻り値として返される(ステップ1308)。PDLの総エントリ数が0である場合には、変数SKIPの値として値0が返され、処理が終了する。「いいえ」であれば、処理はステップ1304に進む。

【0115】PDLから第 $n$ エントリの物理セクタ番号(PDE:  $n$ )が読み出される(ステップ1304)。PDE:  $n$ が変数TOPの値以上、かつ、変数ENDの値以下であるか否かが判定される(ステップ1305)。「はい」であれば、検索領域内にPDLに登録されている欠陥セクタが存在するとして、変数SKIPの値に1が加算される(ステップ1306)。「いいえ」であれば、処理はステップ1307に進む。

【0116】変数 $n$ の値が1だけ減算され(ステップ1307)、処理はステップ1303に戻る。このようにして、PDLに含まれるすべてのエントリについて、ステップ1303～ステップ1307が繰り返される。これにより、検索領域内の欠陥セクタの数を変数SKIPの値として求めることができる。

【0117】図14は、ディスクの検査終了後に、各セクタに割り当てられたLSNの一例を示す。図14に示される例では、ユーザ領域6の大きさが100000、スベア領域7の大きさが10000、ディスクの検査でPDLに登録されたエントリの数(すなわち、ディスクの検査で検出された欠陥セクタの数)が4、4個の欠陥セクタI～IVはいずれもユーザ領域6内で発見されたと仮定している。

【0118】上述したスリッピング・リプレースメント・アルゴリズムに従って、LSNが各セクタに割り当てられる。

【0119】はじめに、最終LSNであるLSN: 99999が物理セクタ番号: 109999のセクタに割り当てられる。次に、光ディスク1の外周側から内周側に向かう方向(すなわち、ユーザ領域6からスベア領域7に向かう方向)に沿って、LSNが降順に各セクタに割り当てられる。ただし、欠陥セクタにはLSNは割り当てられず、そのLSNは欠陥セクタの直前のセクタに割り当てられる。その結果、LSNの割り当ては、欠陥セクタの数だけ光ディスク1の外周側から内周側に向かう方向にスリップする。

【0120】図14に示される例では、ユーザ領域6に4個の欠陥セクタI～IVが存在する。もし欠陥セクタがなかったならユーザ領域6の4個のセクタにそれぞれ割り当てられていたLSN: 0～LSN: 3が、スベア領域7の物理セクタ番号: 9996～9999の4個のセクタにそれぞれ割り当てられる。LSNの割り当てが、欠陥セクタの数(4個)分だけスリップするからである。

【0121】LSN: 0が割り当てられたセクタの物理セクタ番号: 9996は、拡張されたユーザ領域6の先頭セクタの物理セクタ番号として、DDSに記録される。

【0122】図14では、スベア領域7の物理セクタ番号: 0～9995の領域を「LRスベア領域」と表記している。LRスベア領域は、スベア領域7のうちLSNが割り当てられなかった領域として定義される。LRスベア領域は、リニア・リプレースメント・アルゴリズムのための代替セクタ領域として使用される。

【0123】LRスベア領域の先頭セクタの物理セクタ番号は0に固定されている。LRスベア領域の最終セクタの物理セクタ番号は、DDSに記録されている物理セクタ番号から1を減算した値である。従って、LRスベア領域にアクセスするために必要とされるアドレスの計算量はほとんどない。

### 5. 3 ファイルシステムの初期データの記録

上位装置200から指示される論理フォーマットに従って、ディスク記録再生装置100は、ファイルシステムの初期データを光ディスク1に記録する。論理フォーマットはLSNを用いて表現される。初期データとは、例えば、図3に示されるシステム予約領域11、FAT領域12およびルートディレクトリ領域13(すなわち、ファイル管理領域10)に記録されるデータをいう。

【0124】初期データが記録される領域は、上位装置200によってLSNを用いて管理される。特に、システム予約領域11の先頭セクタは、LSN: 0が割り当てられたセクタでなければならない。従って、上位装置200は、LSNが確定した後でなければ初期データの記録をディスク記録再生装置100に指示することができない。初期データの内容は、上位装置200によって決定される。

【0125】初期データの記録時の欠陥管理は、リニア・リプレースメント・アルゴリズムに従って行われる。

初期データの記録時の処理は、後述される「5. 4. 2 データをファイル管理領域10に記録する処理」と同様である。従って、ここではその説明を省略する。

### 5. 4 データの記録(ファイルシステムとファイルデータの記録)

図15は、データを光ディスク1に記録する処理の手順を示すフローチャートである。この処理は、データをファイルデータ領域14に記録する処理(ステップ1501～ステップ1509)と、データをファイル管理領域10に記録する処理(ステップ1510～ステップ1517)とを含む。

#### 5. 4. 1 データをファイルデータ領域14に記録する処理

まず、ステップ1501では、書き込みアドレスがセットされる。書き込みアドレスは、これからデータを書き込むべきファイルデータ領域14(記録領域)の先頭セ

クタのLSNである。このLSNは、ファイルの位置や空き領域を管理するFATを参照して上位装置200によって決定され、ディスク記録再生装置100に送られる。

【0126】FATは、データの書き込みに先だって、ディスク記録再生装置100によって光ディスク1から読み出され、上位装置200の主記憶204に格納される。CPU201は、主記憶204に格納されているFATを参照することにより、記録領域の先頭セクタのLSNを決定する。決定されたLSNは、記録指示コマンドとともに、ディスク記録再生装置100内のメモリ104に格納される。マイクロプロセッサ101は、メモリ104に格納されたLSNに基づいて以下のステップを実行する。

【0127】ステップ1502では、セクタアドレスが正常に読み出されたか否かが判定される。これは、データをセクタに書き込むためには、セクタアドレスを読み出すことが必須であることから、セクタアドレスの読み出しにおいてエラーが発生した場合には、データをセクタに書き込むことはできないからである。

【0128】ステップ1502においてセクタアドレスの読み出しエラー有りと判定された場合には、欠陥セクタをLRスペア領域(図14)の正常セクタに代替する代替処理が行われる(ステップ1508)。

【0129】ステップ1502においてセクタアドレスの読み出しエラー無しと判定された場合には、データがLSNによって指定されるファイルデータ領域14のセクタに書き込まれる(ステップ1503)。データは、上位装置200のI/Oバス205から送られ、メモリ104にバッファリングされ、ファイルデータ領域14に書き込まれる。

【0130】ステップ1504では、ベリファイ処理が実行される。ベリファイ処理は、ステップ1503においてデータが書き込まれたセクタからそのデータを読み出し、読み出されたデータと書き込まれたデータとを比較したり、誤り訂正符号による演算などを行うことによって、データの書き込みが成功したか否かを確認する処理である。

【0131】ステップ1505においてデータ読み出しエラー有りと判定された場合には、欠陥セクタをLRスペア領域(図14)の正常セクタに代替する代替処理が行われる(ステップ1509)。

【0132】ステップ1506において、記録されるべきデータが終了していないと判定された場合には、書き込みアドレスが次のLSNに設定される(ステップ1507)。その後、処理はステップ1502に戻る。このような処理を繰り返すことにより、記録されるべきデータが終了したと判定されると、データをファイルデータ領域14に記録する処理が終了する。

【0133】図16は、図15に示されるステップ15

08、1509において実行される代替処理の手順を示すフローチャートである。

【0134】ステップ1601では、スペア領域7のセクタのうちLSNが割り当てられていないセクタ(すなわち、LRスペア領域のセクタ)が代替セクタに割り当てられる。

【0135】ステップ1602では、欠陥セクタに記録されるはずであったデータが代替セクタに記録される。なお、図16では省略しているが、データを代替セクタに書き込む際にも、図15に示されるステップ1502～ステップ1509に相当する処理が実行される。データを代替セクタに書き込む際にエラーが検出された場合には、LRスペア領域の他のセクタが代替セクタに割り当てられる。

【0136】ステップ1603では、欠陥セクタの物理セクタ番号と代替セクタの物理セクタ番号とがSDLに登録される。これにより、欠陥セクタとその欠陥セクタの代わりに使用される代替セクタとが関連づけられる。

【0137】ここで、ステップ1603の処理が実行されるたびに、SDLを更新するために光ディスク1がアクセスされるわけではない。ステップ1603では、欠陥セクタの物理セクタ番号と代替セクタの物理セクタ番号とはメモリ104に格納されている欠陥リストに登録される。図15のステップ1506において記録されるべきデータが終了したと判定された後に、SDLが作成され、ディスク情報領域4に記録される。このようにして、光ディスク1に対するアクセスの回数を最小化することにより、処理時間の短縮を図っている。

#### 5. 4. 2 データをファイル管理領域10に記録する処理

データをファイルデータ領域14に記録する処理が終了した後に、データをファイル管理領域10に記録する処理が実行される。これは、データをファイルデータ領域14に記録する処理によってFATなどの管理データが更新されるため、更新された管理データをファイル管理領域10に記録する必要があるからである。

【0138】データをファイル管理領域10に記録する処理(ステップ1510～1517)は、データの内容と記録領域とが異なる点を除いて、データをファイルデータ領域14に記録する処理(ステップ1501～ステップ1509)と同一である。従って、ここでは詳しい説明を省略する。

【0139】図17は、スリッピング・リプレースメント・アルゴリズムとリニア・リプレースメント・アルゴリズムとを実行した後の物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す。横軸が物理セクタ番号を示し、縦軸がLSNを示す。図17において、一点鎖線1701は、欠陥セクタがない場合における物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示し、実線1702は、PDLに登録された欠陥セクタが4つあり、SDLに登録された欠陥セク

タが2つある場合における物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す。

【0140】図17に示される例は、データをファイル管理領域10に記録する際に2つの欠陥セクタが検出された場合を示している。この2つの欠陥セクタは、スベア領域7内のLRSベア領域の代替セクタによって代替される。

【0141】ファイル管理領域10は、LSN:0から始まる領域に配置される。図17から、ファイル管理領域10の欠陥セクタとスベア領域7の代替セクタとの距離は、従来技術(図27)に比べて、大幅に短縮されていることが分かる。例えば、ファイル管理領域10の欠陥セクタとスベア領域7の代替セクタとの距離(物理セクタ数)は、従来技術(図27)によれば100000セクタ以上であるのに対し、本実施の形態(図17)によれば10000セクタ程度である。このことは、光ディスク1に対するアクセス速度を向上させる。

#### 5. 5 データの再生

データの再生時には、上位装置200がFATなどの管理データを参照して、ファイルの位置を検索する。上位装置200は、管理データを参照するために、ファイル管理領域10にアクセスするようにディスク記録再生装置100に指示する。ディスク記録再生装置100は、LSN:0が割り当てられたセクタに必ずアクセスすることになる。そのセクタの物理セクタ番号は、DDSに記録されている。従って、ディスク記録再生装置100は、DDSを参照することにより、LSN:0が割り当てられたセクタに高速にアクセスすることができる。

【0142】上位装置200は、ファイルデータ領域14における読み出し位置をLSNを用いてディスク記録再生装置100に指示する。ディスク記録再生装置100は、PDLおよびSDLを参照して、上位装置200によって指定されたLSNを物理セクタ番号に変換し、その物理セクタ番号のセクタからデータを読み出す。

【0143】上述したように、本発明の実施の形態1では、スベア領域7は、ユーザ領域6より光ディスク1の内周側に配置されている。LSNの割り当ては、最終LSNが割り当てられたセクタの位置(固定位置)を基準として、光ディスク1の外周側から内周側に向かう方向にスリップすることによって達成される。先頭LSN(LSN:0)が割り当てられたセクタの位置は、DDSに記録される。

【0144】なお、最終LSNはユーザ領域6の最終セクタに割り当てられるとは限らない。ユーザ領域6の最終セクタが欠陥セクタである場合には、ユーザ領域6に含まれるセクタのうち、最終セクタに最も近い正常セクタに最終LSNが割り当てられる。

【0145】なお、本発明の実施の形態1では、セクタ単位で欠陥管理を行っているが、複数のセクタを含むブロック単位で欠陥管理を行うようにしてもよい。この場

合には、PDLおよびSDLに物理セクタ番号を登録する代わりに、ブロック番号を登録するようにすればよい。欠陥管理を行う単位は任意の単位であり得る。欠陥管理を行う単位に依存することなく、上述した効果と同様の効果が得られる。

【0146】また、上位装置200とディスク記録再生装置100とは、I/Oバス205を介して接続されているが、上位装置200とディスク記録再生装置100との接続の態様は問わない。コマンドやデータの送受信を行うことができる限り、上位装置200とディスク記録再生装置100とは、任意の接続態様(例えば、有線または無線)で接続され得る。ディスク記録再生装置100内の各構成要素間の接続についても同様である。

【0147】(実施の形態2)リアルタイム性が重要視されるAVファイル(Audio Visual Data File; 時間的に連続した映像や音声のデータファイル)に好適な欠陥管理方法が提案されている。この欠陥管理方法は、AVファイルを光ディスク1に記録する場合には、リニア・リプレースメント・アルゴリズムに基づく代替処理を行うことなく、上位装置200によって管理されるファイルシステムを用いて欠陥管理を行う方法である。この欠陥管理方法は、例えば、後藤らによる国際公開公報(WO98/14938)に記載されている。

【0148】以下、本発明の欠陥管理方法をAVファイルシステムに適用する例を説明する。

【0149】情報処理システムの構成は、図1に示すとおりである。光ディスク1の物理構造は図2に示すとおりである。光ディスク1の論理構造は、図3に示すとおりである。ここで、ファイルシステムは、実施の形態1で説明したMS-DOSファイルシステムとは異なるが、ファイル管理領域10がユーザ領域6の固定されたLSNに配置される点は共通である。

#### 6. ディスク記録再生装置100の動作

ディスク記録再生装置100は、光ディスク1の初期化として、以下の6. 1~6. 3に示す動作を行う。

##### 6. 1 ディスクの検査

##### 6. 2 LSNの割り当て

##### 6. 3 ファイルシステムの初期データの記録

その後、ディスク記録再生装置100は、ファイルの書き込みや読み出しの度に以下の6. 4~6. 5に示す動作を行う。

##### 6. 4 データの記録(ファイルシステムとファイルデータの記録)

##### 6. 5 データの再生

6. 1、6. 2、6. 3、6. 5の動作は、実施の形態1で説明した5. 1、5. 2、5. 3、5. 5の動作と同一である。従って、ここではその説明を省略する。

##### 6. 4 データの記録(ファイルシステムとファイルデータの記録)

図18は、AVファイルを光ディスク1に記録する処理の手順を示すフローチャートである。この処理は、AVファイルをファイルデータ領域14に記録する処理(ステップ1801～ステップ1809)と、AVファイルをファイル管理領域10に記録する処理(ステップ1810～ステップ1817)とを含む。

#### 6. 4. 1 AVファイルをファイルデータ領域14に記録する処理

上位装置200は、ディスク記録再生装置100にAVファイル記録コマンドを発行する。ディスク記録再生装置100は、AVファイル記録コマンドを受け取り、AVファイルをファイルデータ領域14に記録する処理を実行する。

【0150】AVファイルをファイルデータ領域14に記録する処理(図18)は、ステップ1808、1809を除いて、データをファイルデータ領域14に記録する処理(図15)と同一である。

【0151】ステップ1808では、欠陥セクタを含む領域が欠陥領域としてファイル管理情報に登録される。

【0152】ステップ1809では、欠陥領域に続く空き領域が設定される。その後、処理はステップ1802に戻る。

【0153】このように、ディスク記録再生装置100は、AVファイル記録コマンドを受けた場合には、欠陥セクタを検出した場合でも代替処理を行わない。

【0154】図19は、AVファイルを記録した後のデータ記録領域5を説明するための図である。

【0155】「V1. MPG」というAVファイル(以下、V1. MPGファイルという)がファイルデータ領域14に記録され、そのAVファイルの記録中に欠陥セクタが検出された場合を想定している。図19では、欠陥セクタを含む欠陥領域が斜線つきの矩形で示されている。図19において、A1、A2、A3は、それぞれ、各領域の先頭LSNを示し、L1、L2、L3は、それぞれ、各領域の長さを示す。欠陥領域の先頭LSNはA2であり、欠陥領域の長さはL2である。

【0156】V1. MPGファイルは、FAT領域12に格納されているファイル管理テーブルによって管理される。ファイル管理テーブルは、ルートディレクトリ領域13に格納されているV1. MPGファイルのファイルエントリからリンクされている。

【0157】ファイル管理テーブルには、AVファイルが配置されている領域の先頭LSNと長さが格納されている。ファイル管理テーブルには、その領域がデータ記録済み領域か未記録欠陥領域かを識別するための属性データがさらに格納されている。図18に示されるステップ1808では、LSN: A2から始まる長さL2の領域の属性データが未記録欠陥領域に設定される。これにより、再生時には、この領域が欠陥領域であることが判別できる。その結果、欠陥領域の再生がスキップされ

る。

【0158】図19に示される例では、ファイル管理テーブルには、V1. MPGファイルに関連する3つの領域の情報が格納されている。図19のファイル管理テーブルは、LSN: A1から始まる長さL1の領域とLSN: A3から始まる長さL3の領域にはデータが記録されており、LSN: A2から始まる長さL2の領域にはデータが記録されていないことを示している。

【0159】このように、ファイル管理テーブルは、LSNに基づいて欠陥領域を識別することを可能にする。V1. MPGファイルを再生する際には、欠陥領域をスキップすることにより、AVファイルを連続的に再生することが可能である。

【0160】なお、AVファイル記録コマンドに基づく記録は、複数のセクタを1つのブロックとするブロック単位で行われる。従って、FAT領域12やルートディレクトリ領域13に格納される情報もブロックアドレスとなる。これは、AVファイルのサイズが大きいためである。ブロック単位でデータを管理することにより、ファイルシステムの管理情報の小型化を図っている。ブロック単位の記録は、セクタ単位の記録を複数回繰り返すことにより実現され得る。従って、ディスク記録再生装置100の基本的な動作は、上述した動作と同様である。

#### 6. 4. 2 AVファイルをファイル管理領域10に記録する処理

AVファイルをファイル管理領域10に記録する処理(図18)は、データをファイル管理領域10に記録する処理(図15)と同一である。すなわち、AVファイルをファイル管理領域10に記録する際に欠陥セクタが検出された場合には、ステップ1816、1817において代替処理が行われる。これは、ファイル管理テーブルが格納されるファイル管理領域10から検出される欠陥セクタをファイル管理テーブルによって管理することは論理的に不可能だからである。

【0161】なお、コンピュータデータのようにリアルタイム性が重要視されないデータ(以下、PCファイルという)を光ディスク1に記録する場合には、上位装置200は、ディスク記録再生装置100にPCファイル記録コマンドを発行する。この場合のディスク記録再生装置100の動作は、上述した5. 1～5. 5の動作と同一である。

【0162】以上のように、本発明の実施の形態2によれば、AVファイルの記録に適した欠陥管理方法が提供される。

【0163】(実施の形態3) DVD-RAMディスクのように、スベア領域およびユーザ領域が複数のゾーンに分割され、各ゾーンにおけるディスク回転数が異なるZCLV方式の情報記録媒体では、ゾーン境界上にガード領域が設けられている。

【0164】図20は、2つのゾーンを有する光ディスク1aの物理構造を示す。光ディスク1aの内周側にゾーン0が設けられており、光ディスク1aのゾーン境界から外周側にゾーン1が設けられている。ガード領域2001は、ゾーン境界2002をはさんでゾーン0とゾーン1の両方にまたがるように設けられている。ゾーン0側のガード領域2001aおよびゾーン1側のガード領域2001bは、それぞれ、1以上のトラックを含んでいる。

【0165】ガード領域2001は、ゾーン境界2002をはさんでトラック構造が異なるトラックを含んでいるため、信号品質が悪く、記録に適さない。このため、ガード領域2001は、データを記録しない領域として設定されている。これらのゾーンやガード領域の位置、大きさは、光ディスク1aに依存して一意に決められており、固定されている。

【0166】なお、情報処理システムの構成は、図1に示されるとおりである。光ディスク1aの論理構造は、図3に示される光ディスク1の論理構造と同一である。

【0167】図21は、スリッピング・リプレースメント・アルゴリズムを実行した後の物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す。横軸が物理セクタ番号を示し、縦軸がLSNを示す。図21において、一点鎖線2101は、欠陥セクタがない場合における物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示し、実線2102は、4つの欠陥セクタがある場合における物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す。

【0168】図21に示されるように、欠陥セクタにはLSNが割り当てられない。LSNの割り当ては、光ディスク1aの外周側から内周側に向かう方向（すなわち、物理セクタ番号が小さくなる方向）にスリップする。この点は、実施の形態1および実施の形態2と同様である。

【0169】さらに、図21に示されるように、ガード領域2001にもLSNが割り当てられない。LSNの割り当ては、ガード領域2001の両端でLSNが連続するように行われる。これにより、ガード領域2001にデータが記録されることがない。

【0170】また、スベア領域7とLSN：0が割り当てられたセクタを先頭セクタとするファイル管理領域10とが同一のゾーンに配置される。これにより、データをファイル管理領域10に記録する際に検出された欠陥セクタの代替処理は、単一ゾーン内のアクセスで足り、ゾーンをまたがったシーク動作を必要としない。

【0171】DVD-RAMディスクでは、複数のセクタに渡ってエラー訂正符号を計算するため、その複数のセクタが1つのブロックとして定義される。例えば、ECCブロックが16個のセクタから構成される。このような場合には、ブロックサイズの倍数と各ゾーンの大きさが等しくなるように設計されている。しかし、スリ

ッピング・リプレースメント・アルゴリズムに従ってLSNの割り当てを行うと、検出された欠陥セクタの数によっては、1つのブロックがガード領域2001をまたいで2つのゾーンに配置されるということが起こり得る。欠陥セクタの数に依存してゾーンごとに割り当てられるLSNの数が増えるからである。

【0172】図22Aは、ディスク記録再生装置100（図1）において実行されるスリッピング・リプレースメント・アルゴリズムの概念図である。図22Aにおいて、矩形はセクタを表す。矩形の中の記号は、そのセクタに割り当てられたLSNを示す。記号付きの矩形は正常セクタを示す。斜線付きの矩形は欠陥セクタを示す。なお、図22Aに示される例では、エラー訂正符号を計算するためのECCブロックが16個の連続するセクタから構成されている。しかし、ECCブロックを構成するセクタの数は16に限定されない。ECCブロックは、任意の数のセクタから構成され得る。

【0173】参照番号2201は、欠陥セクタが存在しない場合のセクタ列を示し、参照番号2202は、ゾーン1に欠陥セクタが1つ存在する場合のセクタ列（ブロック補正なし）を示す。参照番号2203は、ゾーン1に欠陥セクタが1つ存在する場合のセクタ列（ブロック補正あり）を示す。

【0174】ゾーン1の最終セクタが正常セクタである場合には、ゾーン1の最終セクタに最終LSN：mが割り当てられる。最終LSN：mが割り当てられたセクタから、ユーザ領域6に含まれる複数のセクタのそれぞれに降順にLSNが割り当てられる。

【0175】欠陥セクタが存在しない場合には、ユーザ領域6の最終セクタから先頭セクタに、LSN：m～LSN：0が順番に割り当てられる（セクタ列2201を参照）。

【0176】セクタ列2201においてLSN：iが割り当てられているセクタが欠陥セクタである場合には、LSNの割り当てが変更される。すなわち、欠陥セクタにはLSN：iが割り当てられない。その代わりに、その直前のセクタにLSN：iが割り当てられる。これにより、LSNの割り当ては、ユーザ領域6からスベア領域7に向かう方向に1セクタ分だけスリップする。その結果、スベア領域7の最終セクタにLSN：0が割り当てられる（セクタ列2202を参照）。

【0177】セクタ列2202では、LSN：k～LSN：k+15を割り当てられたECCブロックがゾーン0とゾーン1とをまたがって配置されている。1つのECCブロックが2以上のゾーンにまたがって配置されることを回避するためにセクタ列に対してブロック補正が行われる。

【0178】セクタ列2203は、セクタ列2102に対してブロック補正を行った結果を示す。セクタ列2202はゾーン1に1個の欠陥セクタを有している。この



場合には、ユーザ領域6からスベア領域7に向かう方向にセクタ列2202を15(=16-1)セクタ分だけスリップすることにより、セクタ列2203が得られる。

【0179】このように、ユーザ領域6に欠陥セクタが存在する場合には、各ゾーンの先頭セクタがECCブロックの先頭セクタに一致するようにLSNの割り当てのブロック補正が行われる。これにより、1つのブロックが複数のゾーンにまたがって配置されることが回避される。その結果、1ブロックの記録再生時に複数のゾーンをまたがるアクセスは発生しない。このことは、記録再生処理の時間を短縮することを可能にする。加えて、1ブロックのデータを連続的に読み出すことができるので、エラー訂正処理計算のパイプライン処理を乱すことなく、予備パイプライン処理に必要となる計算用メモリや演算装置の削減が図れる。

【0180】図22Bは、スリッピング・リプレースメント・アルゴリズムを実行した後の物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す。横軸が物理セクタ番号を示し、縦軸がLSNを示す。図22Bの一点鎖線2211は、図21の一点鎖線2101と同一である。図22Bの破線2212は、図21の実線2102と同一である。

【0181】ここで、図22Bの破線2212によって示されるLSNの割り当てを行った結果、1つのブロックがガード領域2001をまたがって配置されたと仮定する。すなわち、ブロックの前半部分がゾーン0に配置され、ブロックの残りの後半部分(ブロックの端数)がゾーン1に配置されたと仮定する。

【0182】この場合、ゾーン1に配置されたブロックの端数分だけ、LSNが大きくなる方向にLSNの割り当てが行われる。これにより、ガード領域2001をまたいでいたブロックはすべてゾーン0に配置され、ゾーン1のガード領域2001の直後のセクタには次のブロックの先頭セクタが配置される。各ゾーンにおける記録可能な先頭セクタに、必ず、ブロックの先頭を配置することが可能になる。

【0183】図22Bの実線2213は、LSNの割り当ての結果を示す。LSNの割り当てによって、ブロックの端数に対応するLSNがゾーン0のセクタに割り当てられることになる。このように、図22Bの実線2213に示すようなLSNの割り当てを行うことにより、ブロックがガード領域2001をまたぐことが解消される。

【0184】光ディスク1aにおいては、LSN:0が割り当てられるべきセクタの位置は、最終LSNが割り当てられたセクタの位置(固定位置)を基準として、所定の容量(例えば、4.7GB)を満たす位置として計算される。その位置は、複数のゾーンのそれぞれにおいて検出された欠陥セクタの数に基づいて計算される。そ

の計算された位置に配置されているセクタにLSN:0が割り当てられる。LSN:0が割り当てられたセクタの物理セクタ番号がDDS内のエントリに格納される。

【0185】各ゾーンの先頭セクタに割り当てられた論理セクタ番号(LSN)は、DDS内のエントリに格納される。各ゾーンの先頭セクタに割り当てられた論理セクタ番号(LSN)をDDSに格納しておくことにより、計算することなく各ゾーンの先頭セクタに高速にアクセスすることが可能になる。

【0186】図22Cは、DDSの構造を示す。DDSは、各ゾーンの先頭セクタに割り当てられた論理セクタ番号(LSN)を格納するためのエントリを有している。そのエントリの数は、ゾーンの数に等しい。例えば、光ディスク1aが2つのゾーン(ゾーン0、ゾーン1)を有している場合には、DDSは、ゾーン0の先頭セクタに割り当てられたLSNを格納するためのエントリと、ゾーン1の先頭セクタに割り当てられたLSNを格納するためのエントリとを有している。

【0187】以上のように、本発明の実施の形態3によれば、複数のゾーンを有する光ディスクの欠陥管理方法が提供される。また、ブロック単位に記録する場合においてブロックがガード領域をまたいで配置されることのない欠陥管理方法が提供される。

【0188】なお、実施の形態3では、ゾーン数を2として説明したが、ゾーン数が3以上でもよい。この場合においても、各ゾーンにおける記録可能な先頭セクタにブロックの先頭が配置されるように、LSNの割り当てを行うことが可能である。

【0189】

【発明の効果】本発明の情報記録媒体によれば、スベア領域は、ユーザ領域より情報記録媒体の内周側に配置されている。論理セクタ番号"0"(LSN:0)の近傍に配置されるファイル管理領域において欠陥セクタが検出された場合、その欠陥セクタは、リニア・リプレースメント・アルゴリズムに従ってスベア領域の代替セクタに代替される。欠陥セクタと代替セクタとの距離が小さいため、欠陥セクタによるアクセスの遅延が小さい。ファイル管理領域に対するアクセス頻度は高いため、ファイル管理領域において欠陥セクタが発生する頻度も高い。従って、その欠陥セクタによるアクセスの遅延を低減することは、記録再生処理の時間を短縮することに大きな効果がある。

【0190】また、論理セクタ番号"0"(LSN:0)が割り当てられたセクタの物理セクタ番号は、ディスク情報領域に記録されている。リニア・リプレースメント・アルゴリズムにおいて使用される代替領域(LRスベア領域)の先頭セクタの物理セクタ番号は固定されている。LRスベア領域の最終セクタの物理セクタ番号は、ディスク情報領域に記録されている物理セクタ番号から1を減算することによって求められる。従って、デ

ィスク情報領域に記録されている物理セクタ番号を参照することにより、LRスペア領域の位置をほとんど計算することなく求めることができる。

【0191】情報記録媒体の領域が複数のゾーンに分割されている場合において、ファイル管理領域において検出される欠陥セクタとその欠陥セクタの代替セクタとは、同一のゾーンに配置される。従って、ファイル管理領域に対するアクセスにおいて、複数のゾーンをまたがるアクセスは発生しない。これにより、記録再生処理の時間を短縮することが可能になる。

【0192】さらに、ブロック単位で記録再生が行われる場合において、各ゾーンにおける記録可能な先頭セクタにはブロックの先頭が配置される。1ブロックの記録再生時に複数のゾーンをまたがるアクセスは発生しない。これにより、記録再生処理の時間を短縮することが可能になる。加えて、1ブロックのデータを連続的に読み出すことができるので、エラー訂正処理計算のパイプライン処理を乱すことなく、予備パイプライン処理に必要となる計算用メモリや演算装置の削減が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の情報処理システムの構成を示す図である。

【図2】光ディスク1の物理構造を示す図である。

【図3】光ディスク1の論理構造を示す図である。

【図4】DMAの構造を示す図である。

【図5】DDSの構造を示す図である。

【図6A】PDLの構造を示す図である。

【図6B】SDLの構造を示す図である。

【図7】本発明のスリッピング・リプレースメント・アルゴリズムの概念図である。

【図8】物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す図である。

【図9】本発明のリニア・リプレースメント・アルゴリズムの概念図である。

【図10】物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す図である。

【図11】ディスクの検査の手順を示すフローチャートである。

【図12】LSN: 0が割り当てられるセクタの物理セクタ番号を求める処理の手順を示すフローチャートである。

【図13】図12に示される関数FUNC (TOP, END) を実現する手順を示すフローチャートである。

【図14】ディスクの検査終了後に、各セクタに割り当てられたLSNの一例を示す図である。

【図15】データを光ディスク1に記録する処理の手順を示すフローチャートである。

【図16】図15に示されるステップ1508、1509において実行される代替処理の手順を示すフローチャートである。

【図17】物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す図である。

【図18】AVファイルを光ディスク1に記録する処理の手順を示すフローチャートである。

【図19】AVファイルを記録した後のデータ記録領域5を説明するための図である。

【図20】2つのゾーンを有する光ディスク1aの物理構造を示す図である。

【図21】物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す図である。

【図22A】本発明のスリッピング・リプレースメント・アルゴリズムの概念図である。

【図22B】物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す図である。

【図22C】DDSの構造を示す図である。

【図23】従来の光ディスクの論理構造を示す図である。

【図24】従来のスリッピング・リプレースメント・アルゴリズムの概念図である。

【図25】物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す図である。

【図26】従来のリニア・リプレースメント・アルゴリズムの概念図である。

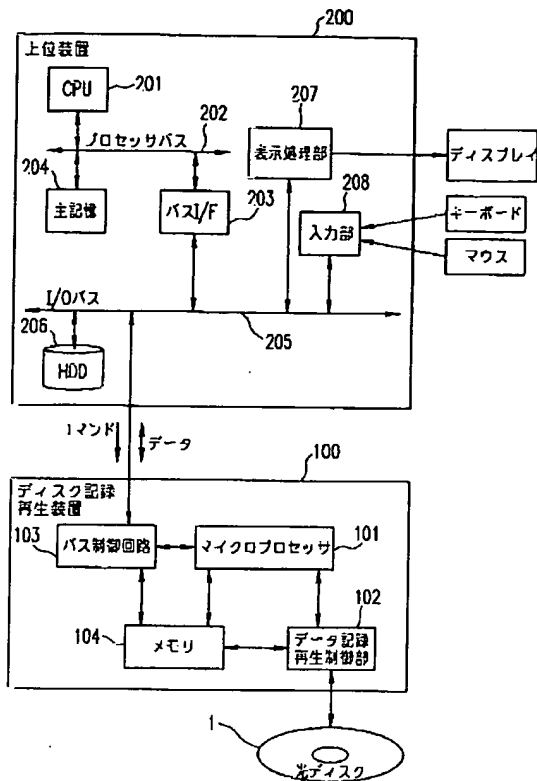
【図27】物理セクタ番号とLSNとの対応関係を示す図である。

【図28】各セクタに割り当てられたLSNの一例を示す図である。

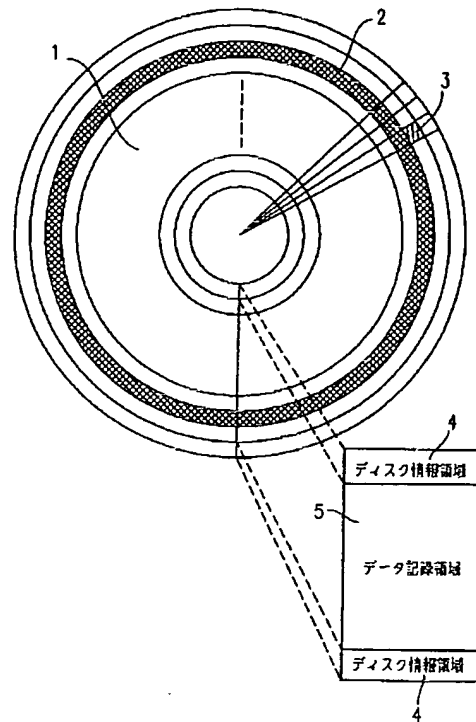
【符号の説明】

- 1、1a 光ディスク
- 2 トラック
- 3 セクタ
- 4 ディスク情報領域
- 5 データ記録領域
- 6 ユーザ領域
- 7 スペア領域
- 10 ファイル管理領域
- 11 システム予約領域
- 12 FAT領域
- 13 ルートディレクトリ領域
- 14 ファイルデータ領域

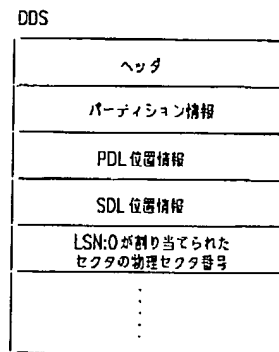
【図1】



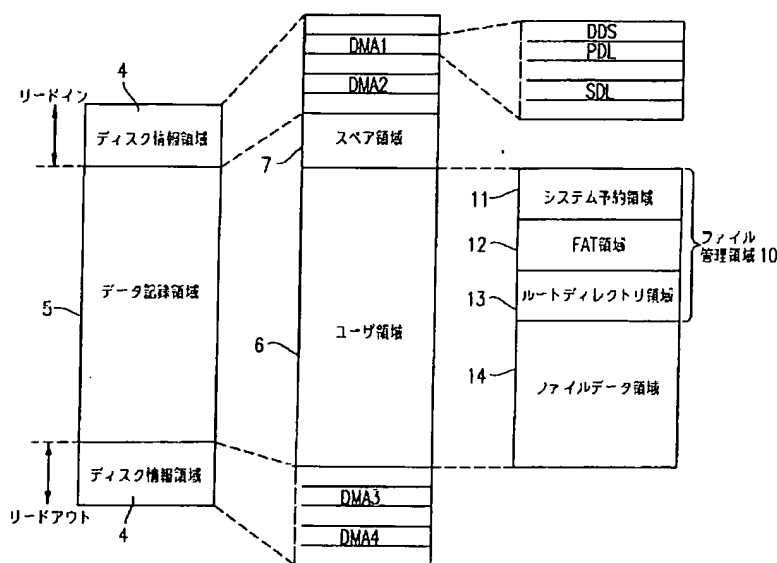
【図2】



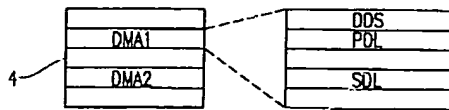
【図5】



【図3】



【図4】



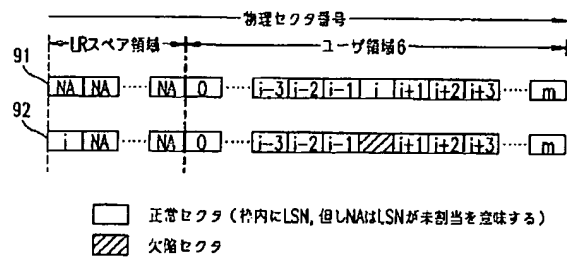
【図6A】

PDL	
ヘッダ (エントリ総数など)	
第1エントリ	第1の欠陥セクタの物理セクタ番号
第2エントリ	第2の欠陥セクタの物理セクタ番号
第3エントリ	第3の欠陥セクタの物理セクタ番号
...	...
第mエントリ	第mの欠陥セクタの物理セクタ番号

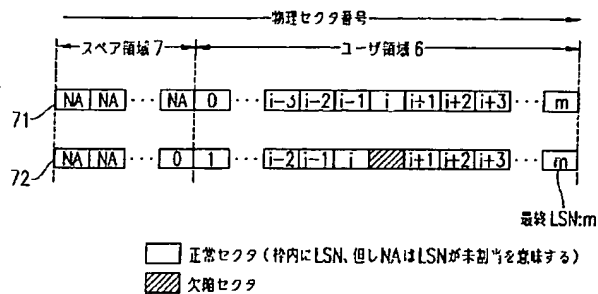
【図6B】

SDL		
ヘッダ (エントリ総数など)		
第1エントリ	第1の欠陥セクタの物理セクタ番号	第1の代替セクタの物理セクタ番号
第2エントリ	第2の欠陥セクタの物理セクタ番号	第2の代替セクタの物理セクタ番号
第3エントリ	第3の欠陥セクタの物理セクタ番号	第3の代替セクタの物理セクタ番号
...	...	...
第nエントリ	第nの欠陥セクタの物理セクタ番号	第nの代替セクタの物理セクタ番号

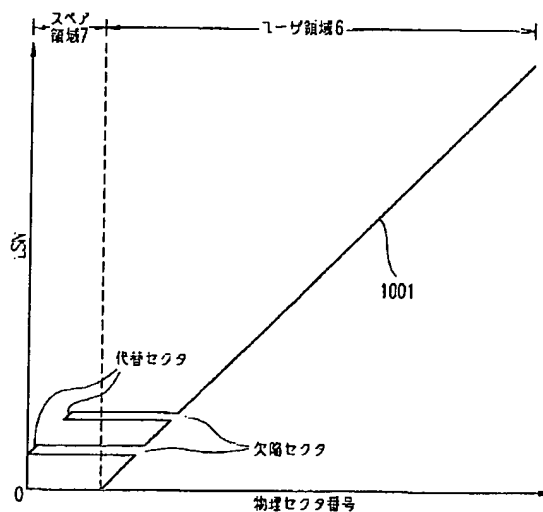
【図9】



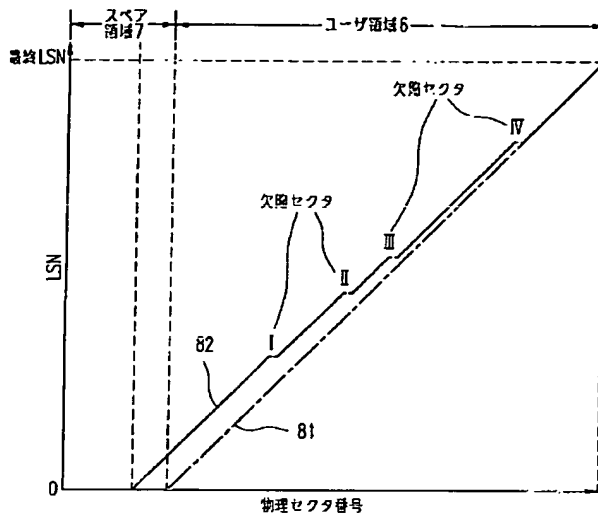
【図7】



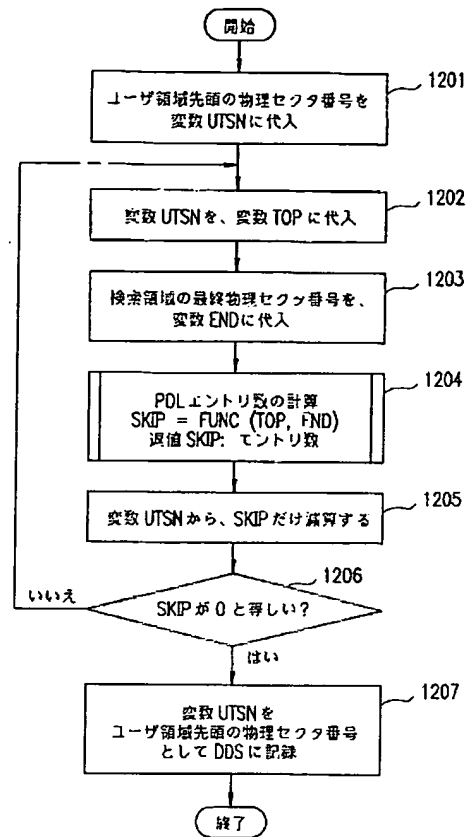
【図10】



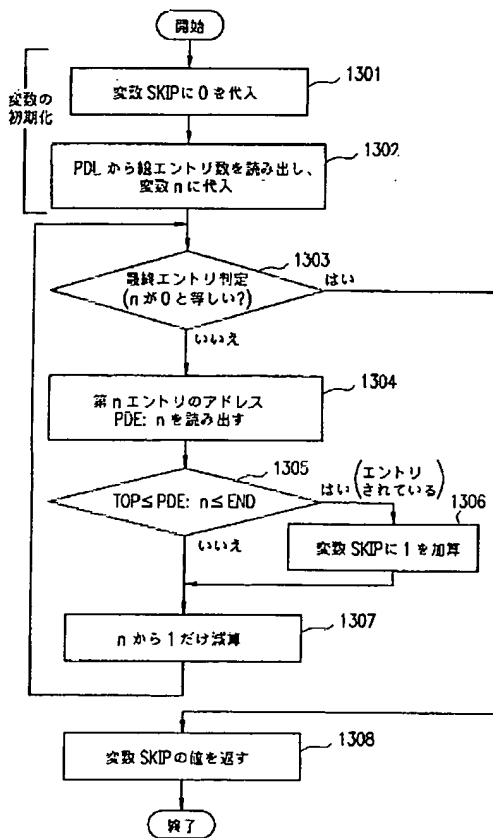
【図8】



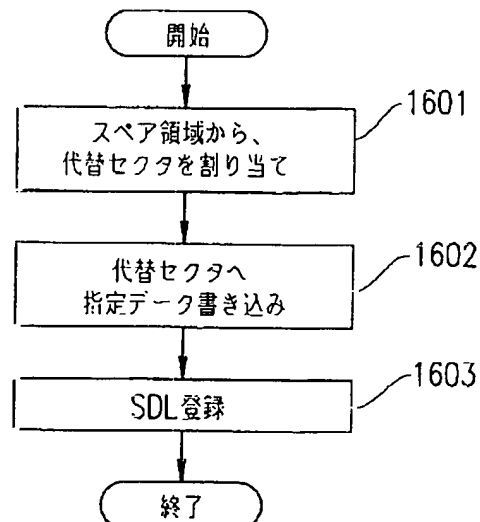
【図12】



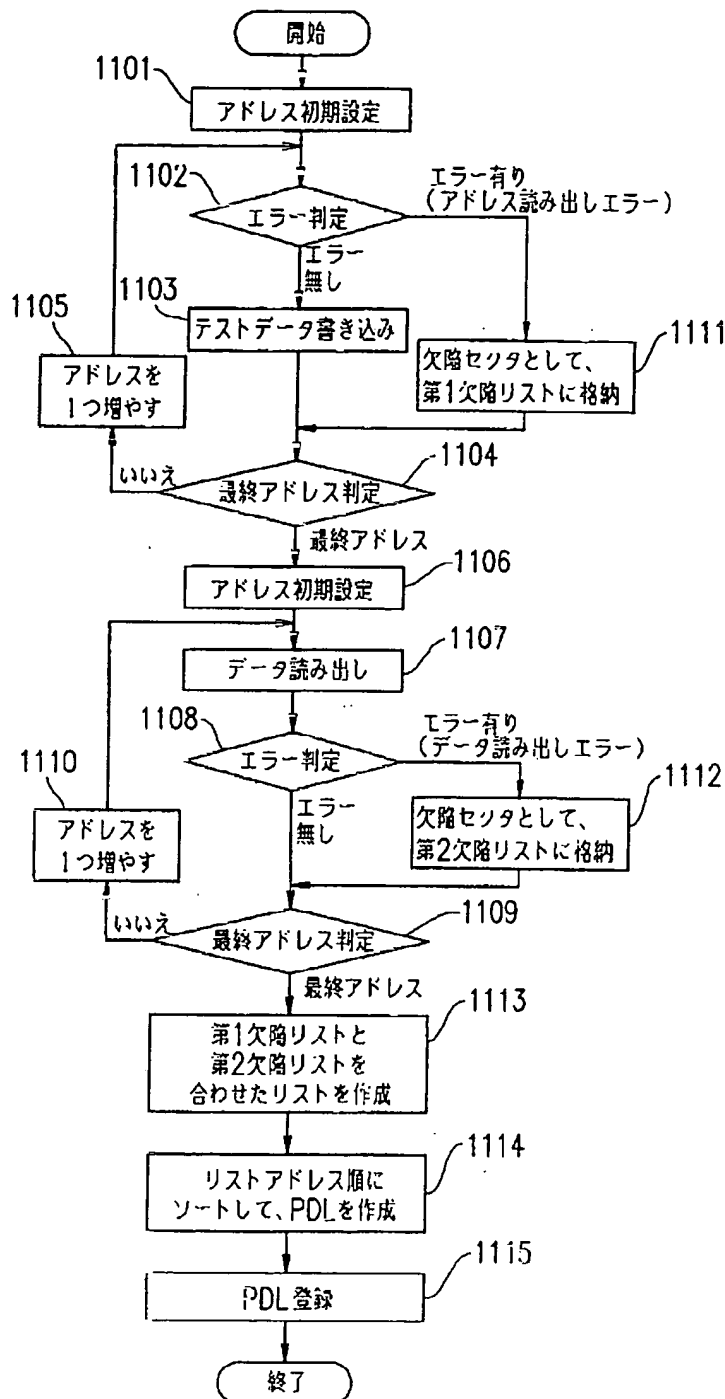
【図13】



【図16】



【図11】

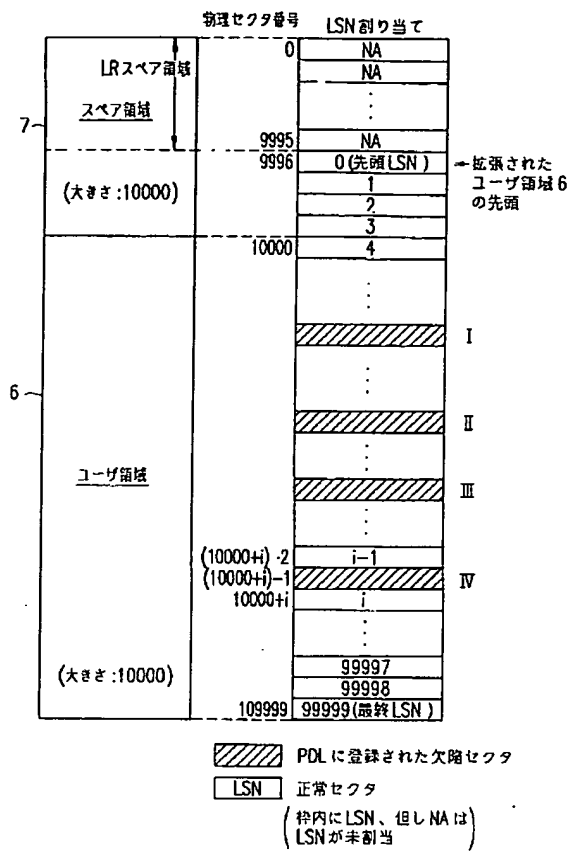


【図22C】

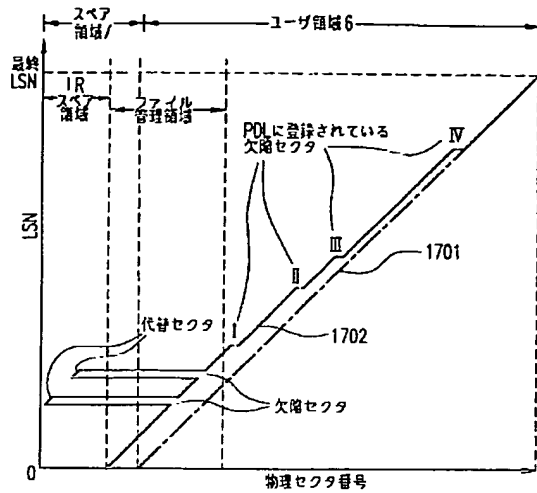
DDS

ヘッダ
パーティション情報
PDL位置情報
SDL位置情報
LSN:0が割り当てられた セクタの物理セクタ番号
ゾーン0の先頭セクタに 割り当てられたLSN
ゾーン1の先頭セクタに 割り当てられたLSN
⋮
ゾーンnの先頭セクタに 割り当てられたLSN
⋮

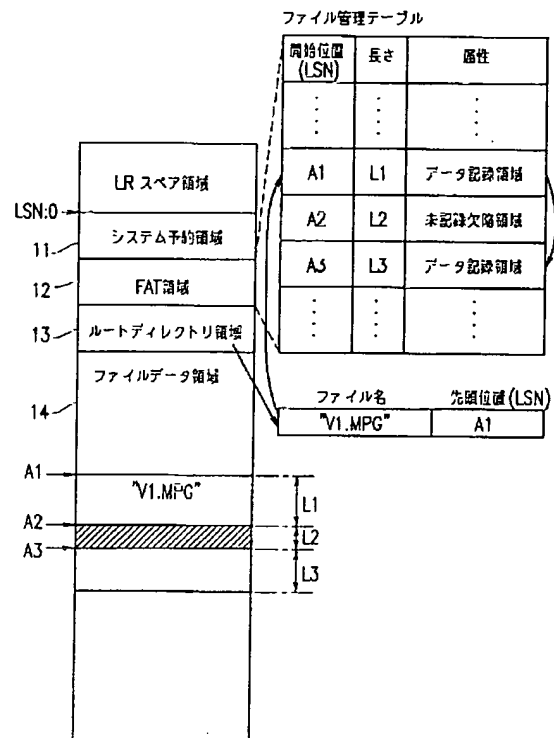
【図14】



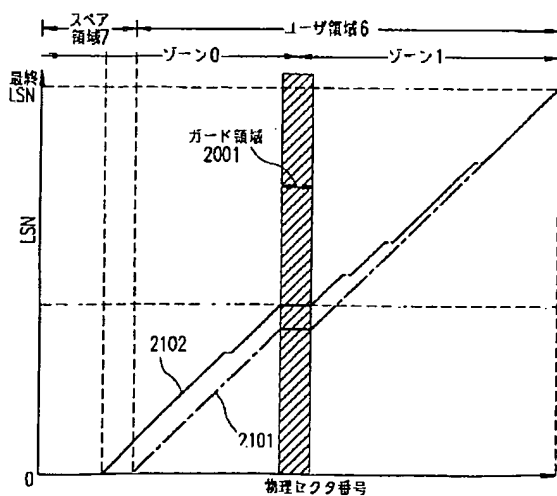
【図17】



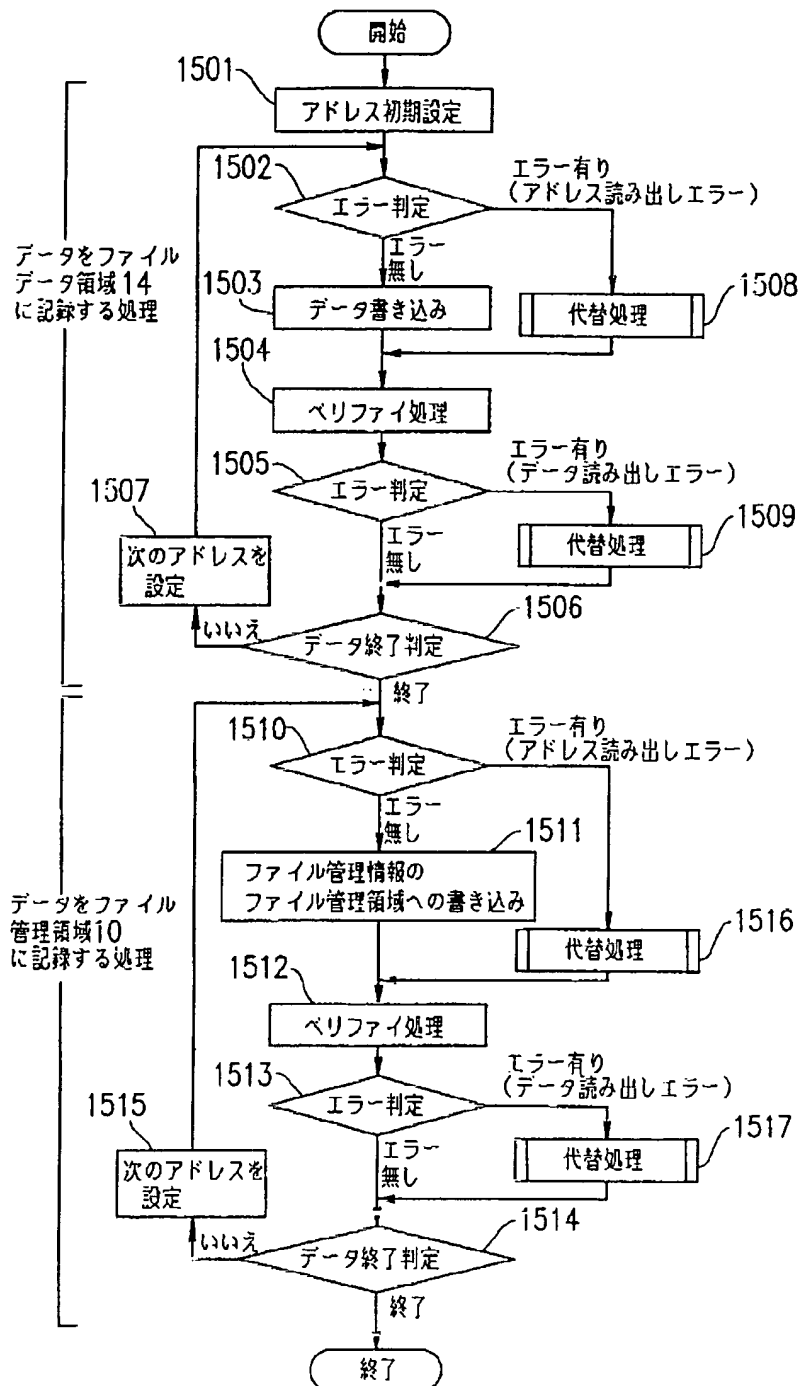
【図19】



【図21】

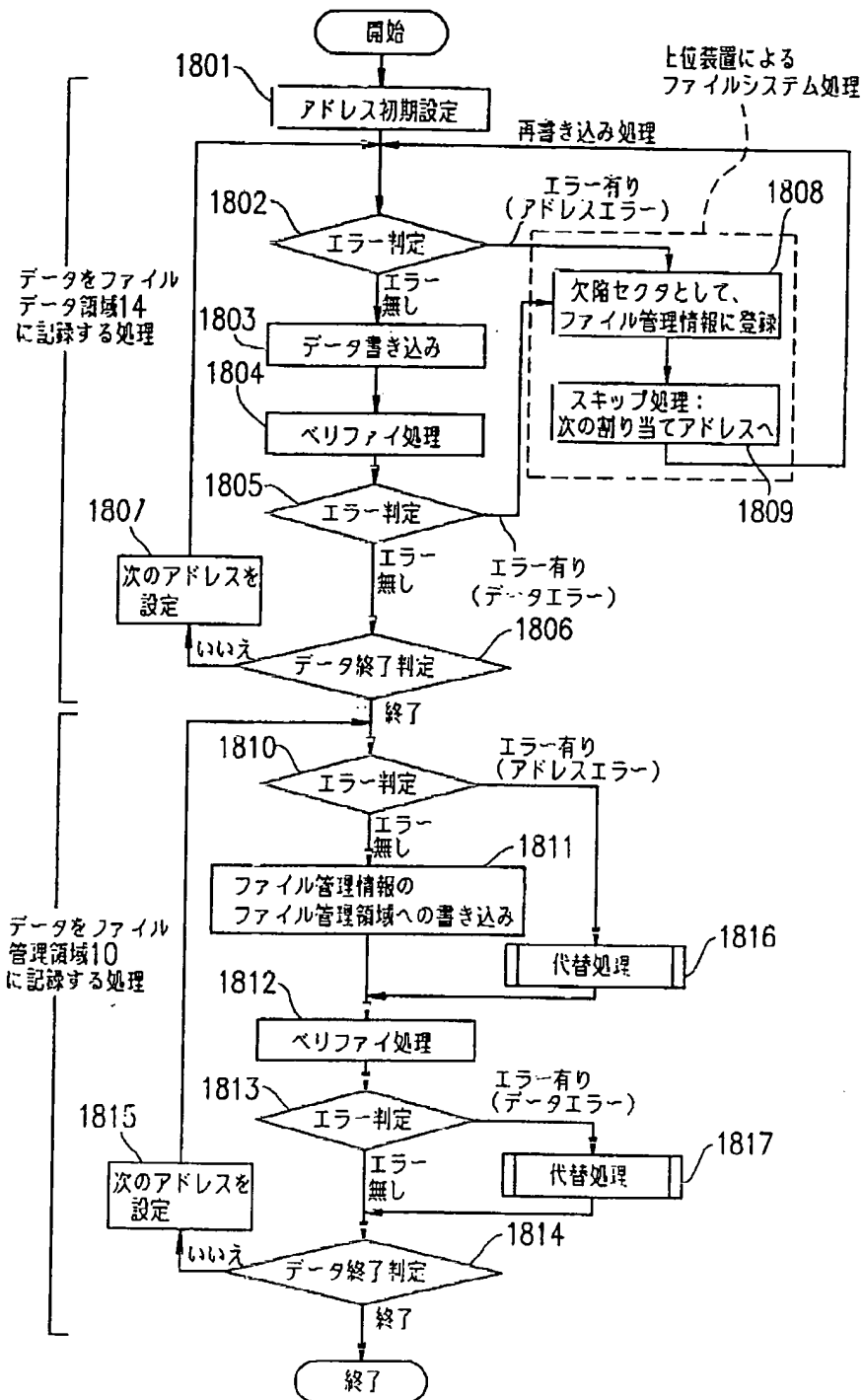


【図15】

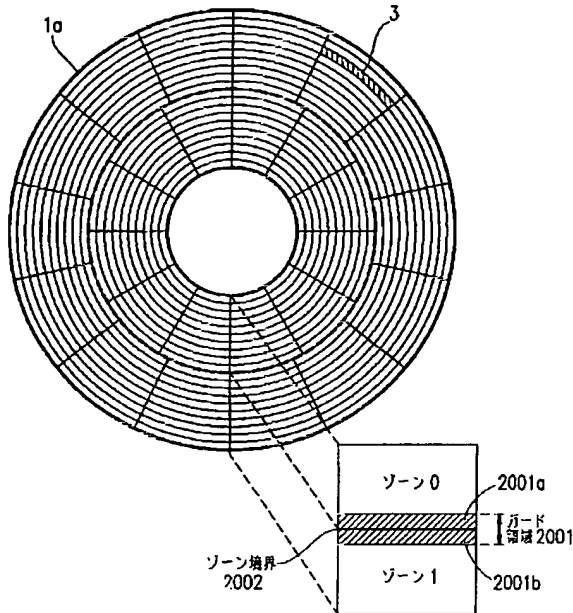




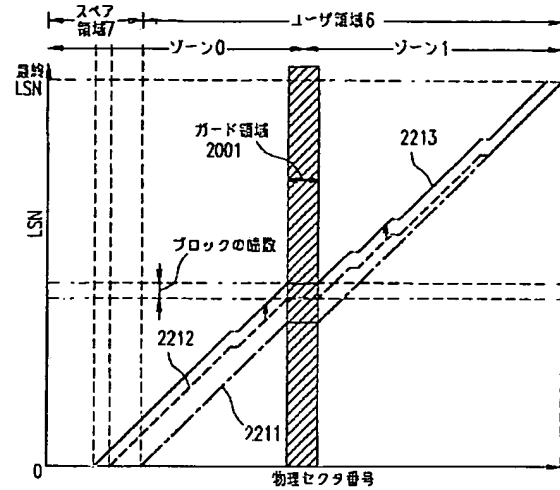
【図18】



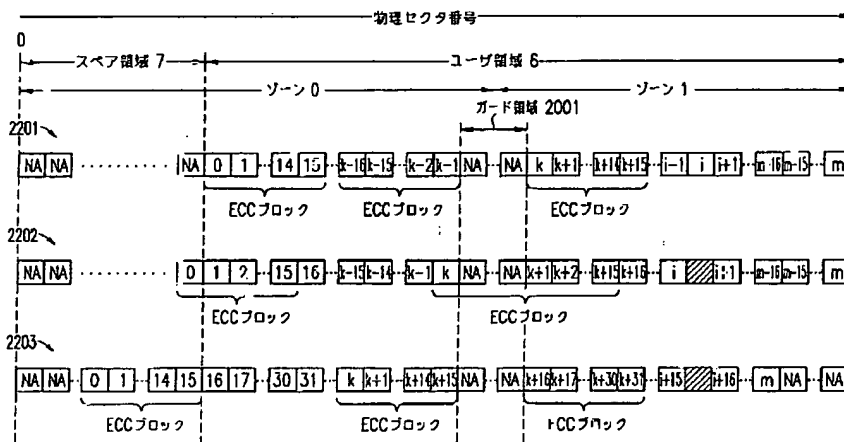
【図20】



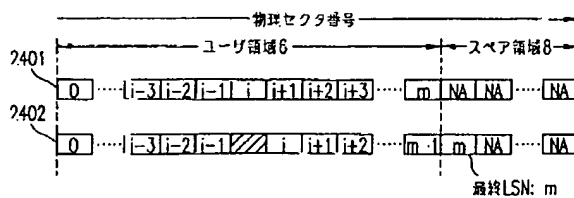
【図22B】



【図22A】

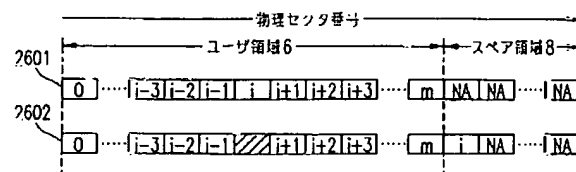


【図24】



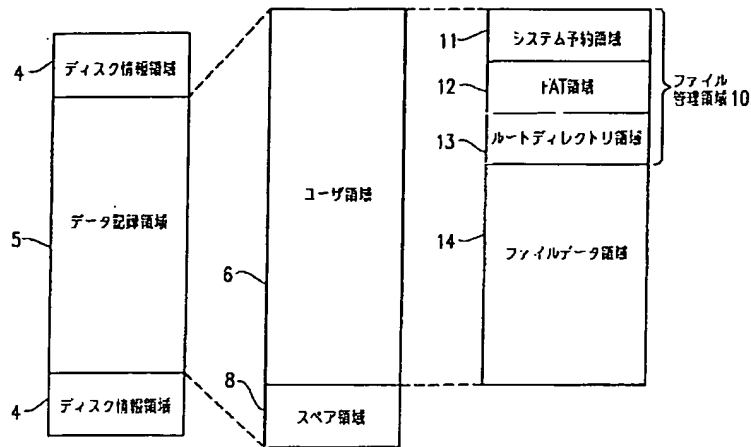
□ 正常セクタ (枠内にLSN, 但しNAはLSNが未割当を意味する)  
 ▨ 欠陥セクタ

【図26】

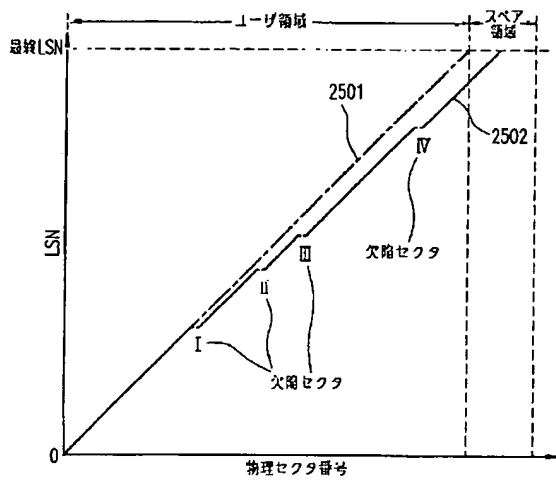


□ 正常セクタ (枠内にLSN, 但しNAはLSNが未割当を意味する)  
 ▨ 欠陥セクタ

【図23】



【図25】



【図27】

